11

CONCOURS POUR L'AGRÉGATION
DANS LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MONTPELLIER.
Section des sciences accessoires (Chimie).

DES LUMIÈRES QUE L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA PHYSIQUE ET LA CHIMIE ONT FOURNIES A L'ÉTUDE DES SÉCRÉTIONS.

THÈSE

Que soutiendra publiquement

LE 21 DU MOIS DE MAI 1855,

V.·.-F.·. FAGET,

de Saramon (Gers),

DOCTEUR EN MÉDECINE,

Pharmacien Agrégé près l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier, Préparateur de physique et de chimie à la Faculté des sciences de la même ville. Licencié ès-sciences physiques.

> Comment se font les sécrétions, et d'où vient qu'un fluide est constamment affecté, du moins dans l'état sain, à un organe plutôt qu'à un autre : par exemple, la bile au foie et non pas au rein, etc..... ? Voilà ce qui a exercé les physiologistes de tous les âges, et qui est encore un problème dont, selon toutes les apparences, la solution manquera long-temps à l'art.
>
> (Fouquet.)

MONTPELLIER,

IMPRIMERIE DE RICARD FRÈRES, PLAN D'ENCIVADE, 3.

1855.

Juges du Concours.

MM. BÉRARD, PRESIDENT, *Doyen.*
LORDAT,
DUPORTAL,
RENÉ,
BENOIT,
} PROFESSEURS.

BROUSSE,
BOURDEL,
} AGRÉGES.

Juges Suppléants.

MM. RIBES,
MARTINS,
} PROFESSEURS.

LOMBARD, AGRÉGÉ.

Compétiteurs.

MM. BOULIECH, FAGET, JACQUEMET.

Des lumières

que l'Anatomie, la Physiologie, la Physique et la Chimie ont fournies à l'étude des sécrétions.

Toutes les fois que l'on a un problème scientifique à résoudre, le premier soin doit être de fixer d'une manière bien positive les termes de la question.

Si je dois faire ressortir les lumières que l'anatomie, la physiologie, la physique et la chimie ont fournies à l'étude des sécrétions, je dois, d'un autre côté, m'éclairer sur ce qu'il faut entendre par *sécrétion*.

En cherchant à fixer nos idées sur la nature de ce phénomène par une simple vue d'ensemble très-générale, superficielle, nous nous apercevons bientôt que la sécrétion consiste dans la pénétration d'un fluide dans un tissu par une face de ce tissu, et la

sortie d'un fluide par la face opposée. Si tel était l'état des choses, nous devrions dire que la sécrétion est une propriété de tissu, car tous les tissus permettent ce passage. Cette propriété, nous la retrouvons dans les tissus animaux morts comme dans les matières minérales de texture poreuse. Ces corps se laissent pénétrer par les fluides ; mais ce passage est une simple pénétration, une simple imbibition. Chez le vivant, il n'en est pas ainsi.

En examinant le phénomène de plus près, en comparant les fluides qui baignent les deux faces du tissu, nous demeurons bientôt convaincus qu'il n'y a plus identité entre eux, et que, dans le passage d'une face à l'autre, le fluide a éprouvé une modification. Pour nous, dès lors, la sécrétion n'est plus un simple phénomène de pénétration, d'imbibition ; nous découvrons de plus les effets d'une cause inconnue qui vient le compliquer. Mais, à ce point de vue même, tout passage de fluide au travers d'un tissu vivant devrait constituer une sécrétion, car tout passage s'accompagne généralement d'un changement de nature du fluide transmis.

Si nous étudions à fond les changements survenus, nous voyons que, dans certains cas, ils sont dus à ce que le tissu, tamisant en quelque sorte le fluide, en a séparé des matériaux existant avant le passage ; tandis que, dans d'autres circonstances, le tissu lui-même semble avoir métamorphosé les matériaux

divers du fluide pendant son passage. En résultat définitif, dans les deux cas, il y a eu changement dans la nature des fluides ; mais les conditions qui ont présidé à son accomplissement ne sont pas les mêmes ; elles s'opposent donc à ce que nous les confondions sous le nom commun de sécrétion. Chacun prenant naissance dans des circonstances particulières, doit être, par cela même, régi par des lois spéciales.

Si nous conservions au mot sécrétion toute sa valeur étymologique (du latin *secernere*), nous serions rigoureusement astreints à appeler sécrétion tout mouvement de fluide au travers des tissus vivants entraînant séparation de parties ; mais comme nous savons que cette séparation de parties a lieu de deux manières différentes, dans deux conditions essentiellement distinctes, au moins en apparence, nous désignerons par le mot Excrétion la séparation de produits existants déjà dans le sein d'un fluide, opérée par le tissu que ce fluide traverse, et nous appellerons Sécrétion le changement de composition que subissent les matériaux contenus dans un fluide au moment même où ce fluide traverse les tissus.

Il était nécessaire de désigner à part chacun de ces deux phénomènes prenant naissance dans des conditions si différentes. Ce mot est au moins indispensable dans l'état actuel de nos connaissances ; peut-être plus tard devra-t-il disparaître. Les actes

divers dont nous sommes témoins, nous les rapportons à autant de causes différentes ; nous cherchons à remonter de ces faits à chacune de ces causes pour découvrir la loi qui les lie ensemble. Mais rien ne nous prouve que ces faits divers dépendent chacun d'une cause particulière ; rien ne nous prouve qu'un même principe ne puisse produire des effets différents. Cette idée de causalité multiple exprime l'insuffisance de nos procédés, de nos connaissances, plutôt qu'une réalité. Aujourd'hui nous considérons l'excrétion et la sécrétion comme des phénomènes d'ordre différente peut-être ne sont-ils que la manifestation d'un seul et même principe qui deviendra évident pour nous du moment où nous pourrons éliminer les influences secondaires qui dirigent sa manifestation suivant ces deux routes distinctes. Les exemples de cette multiplicité apparente des causes ne manquent certes pas. Nous savons bien qu'une affection herpétique, par exemple, peut suivre différentes routes pour se manifester : *phthisie pulmonaire* , *dartres*, *diabètes* (1), etc..... Un observateur superficiel les attribuerait à des causes essentiellement différentes ; et pourtant, vienne à disparaître cette affection primitive, tout ; manifestation s'éteint avec elle. Sans sortir du sujet que j'ai à développer, ne verrons-nous pas une même

(1) Barret , besoins morbides.

disposition anatomique présider à la sécrétion de fluides divers !

La signification du mot sécrétion est bien déterminée, et cette détermination est fondée sur ce principe que chaque phénomène doit être classé d'après sa nature, ses conditions d'existence. Mais si nous l'appliquons à tous les phénomènes vitaux qui sont suscetibles de rentrer dans cette classe, nous devrons dire, avec Cuvier, que « Toutes les fonctions des corps vivants étant produites en dernier ressort par des combinaisons et des décompositions variées des parties solides ou fluides qui forment leurs organes, ou étant la cause de changement de composition analogue, elles peuvent être considérées, sous ce point de vue, comme autant de sécrétions. » La nutrition sera une sécrétion la plus générale, la plus continue. « Chaque partie des corps vivants extrait ou sépare, à cet effet, d'un fluide nourricier commun, les matériaux propres à entrer dans sa composition. Ce fluide en pénètre les mailles ou se meut dans des vaisseaux propres à le conduire partout. Il apporte à tous les organes ces matériaux qui doivent séjourner à leur tour et servir, soit à leur développement, soit à remplacer ceux que des mouvements contraires ont enlevés et reportés dans sa masse. Chaque partie des corps vivants étant capable

de se nourrir, peut être considérée comme un organe sécrétoire (1). »

Jusqu'ici, excrétion, sécrétion, n'expriment que la fonction. Leur sens a été plus étendu, et l'on a désigné encore par ces mots les fluides résultant du jeu des organes chargés d'accomplir ces fonctions. C'est uniquement de ces produits que je devrai m'occuper.

Si je devais embrasser tous les fluides de l'économie auxquels on doit appliquer la dénomination de sécrétion, les développements dans lesquels je serais obligé d'entrer m'entraîneraient dans des discussions beaucoup trop éloignées de mon sujet; je dois donc le restreindre et me borner à développer la question relativement aux produits de ce que l'on appelle d'ordinaire appareils sécréteurs, c'est-à-dire aux produits des diverses glandes, des membranes muqueuses et séreuses.

Tout à l'heure j'ai dit que le passage des fluides constituait deux ordres de phénomènes bien distincts, l'excrétion et la sécrétion; devrais-je alors parler des uns et me taire sur les autres? Il en serait ainsi si cette division était l'expression de la vérité. Mais, en examinant de près la nature des sécrétions et des excrétions, on s'aperçoit bientôt que cette

---

(1) Cuvier, Leç. d'anat. comp., an VIII, t. V, p. 202.

distinction est plutôt théorique que réelle. Il est difficile, en effet, pour ne pas dire peut-être impossible, de montrer une sécrétion, une excrétion pures. Aucune d'elles n'est simple : toutes contiennent un plus ou moins grand nombre de matières diverses ; et si des recherches bien dirigées ont permis de voir que certaines de ces matières se formaient pendant le passage, il est d'autres substances dont on ne connaît pas encore le lieu d'origine. On ne doit donc pas être trop rigoureux à considérer un fluide animal comme une sécrétion plutôt que comme une excrétion. Telle sécrétion contiendra des produits excrétés, telle excrétion renfermera peut-être quelques éléments de sécrétion. C'est uniquement par cette considération que je prononcerai le nom de certaines humeurs sur lesquelles j'aurais dû garder le silence, si je m'en fusse tenu à la signification du mot sécrétion.

Le mot sécrétion implique généralement l'idée d'un fluide produit et mis en réserve ; le mot excrétion implique celle de fluide produit et destiné à être immédiatement rejeté. Cette complication du sens ne me paraît pas logique. Je le répète, l'excrétion et la sécrétion sont deux opérations essentiellement différentes. La première dissèque, si je puis dire, un fluide complexe, et ne forme aucun produit ; la seconde, au contraire, provoque la formation de matériaux nouveaux ; et si nous voulons faire ex-

crétion et sécrétion synonymes d'évacuation et de dépôt, il faudra bien créer deux autres mots pour désigner ces deux opérations distinctes.

La Biologie est une science qui a pour but d'établir les lois qui président à l'organisme, et d'en déduire celles qui président aux actes divers que les êtres organisés manifestent, et réciproquement. L'Anthropologie, quel que soit le point de vue où l'on se place, est une branche de la Biologie; le génie de cette science doit donc dominer les études anthropologiques. Il faut qu'elles soient faites, non pas dans le but de connaître isolément les propriétés d'ordre quelconque de telle ou telle autre partie de l'organisme, mais dans celui de comparer entre elles ces mêmes propriétés des diverses parties, d'en établir les ressemblances et les différences. De cet examen jaillira la notion de ces rapports qui seuls peuvent nous conduire au lien général qui unit ces diverses parties, et à la découverte duquel doivent tendre tous nos efforts.

C'est ce point de vue qui doit nous guider dans l'étude des sécrétions. Car, de quelle utilité serait pour nous la connaissance particulière des propriétés du lait, de l'urine, de la bile, de la sueur, etc., si nous nous bornions à écrire ces diverses propriétés sur un registre les unes à la suite des autres? cette utilité serait excessivement limitée.

Mais si nous comparons ces propriétés diverses

entre elles, il ne sera peut-être pas impossible de découvrir les rapports que ces diverses humeurs présentent au point de vue de leur origine, de leur composition, de leurs fonctions.

Les sécrétions contenues dans l'organisme sont excessivement nombreuses. Devais-je, les prenant l'une après l'autre, montrer les lumières que l'anatomie, la physiologie, la physique et la chimie ont fournies à leur étude? Je ne le pouvais pas : l'exécution d'un semblable plan m'eût entraîné trop loin : en outre, une étude ainsi dirigée ne me paraît pas avoir une utilité immédiate. J'ai dû faire choix d'un autre plan.

Comme tous les matériaux de l'organisme, une sécrétion a une période d'origine, une période d'état, une fin. Mon plan consistera à examiner les lumières que chacune des branches des connaissances médicales portées dans mon programme jette sur chacune des périodes de son existence.

Ce plan, d'ailleurs, me paraît conforme au génie de la science biologique ; car, en résultat définitif, nous devons rechercher le lien qui existe entre toutes les humeurs. Or, les humeurs ont une origine commune ; elles disparaissent par des voies différentes sans doute, mais qui, cependant, ne laissent pas que de présenter entre elles certaines relations très-intimes. Dans le corps, elles remplissent des fonctions différentes ; mais ces fonctions, ces humeurs sont

dans une telle dépendance, que, lorsque l'une d'elles ne possède plus l'intégrité de son jeu, l'équilibre général est rompu, il y a maladie. N'est-il donc pas rationnel de rechercher ce que l'anatomiste, le physiologiste, le physicien, le chimiste peuvent nous fournir de renseignements sur cette communauté d'origine, sur cette dépendance de fonctions, d'existence, sur ces relations d'issue ?

L'anatomie nous fera connaître les appareils où les humeurs se sécrètent ; ceux où elles séjournent; ceux où elles disparaissent ; leur composition anatomique.

Le physiologiste nous dévoilera les diverses influences qui président à son origine, celles qui modifient sa composition, et la fonction qu'elle est appelée à remplir.

Le physicien nous indiquera par quels procédés l'humeur progressera de l'appareil qui la produit à celui par lequel elle s'échappera. Il nous fournira les moyens de découvrir ses diverses propriétés physiques, et par elles, peut-être, nous fera connaître par quels procédés s'accomplissent ses fonctions.

Le chimiste recherchera la nature, les propriétés chimiques des substances qui la composent : par elles il expliquera non le pourquoi mais le comment de ses fonctions ; par elle encore il pourra découvrir les métamorphoses qui donnent naissance à cette humeur et celles qui signalent sa fin.

Cet aperçu rapide nous indique déjà combien est

grande la part de travail que chacun peut apporter. C'est cette part de travail que j'ai à faire connaître, insistant plus particulièrement sur celle de ces branches vers lesquelles mes études ont été spécialement dirigées, et qui plus spécialement aussi constituent le programme de la section d'Agrégation pour laquelle je concours. On attend beaucoup de ces deux sciences. Mais, hâtons-nous de le dire, s'il est permis d'espérer beaucoup, il est prudent d'en attendre fort peu.

ANATOMIE.

A vrai dire, l'anatomie ne nous a rien appris sur la cause, la nature et le but des sécrétions; elle nous a montré seulement la manière d'être des organes sécréteurs. D'une part, elle nous a dévoilé sous une analogie apparente de structure une variabilité si notable dans la disposition, et, d'autre part, elle nous a montré au milieu de la diversité des formes une analogie si remarquable entre toutes les surfaces sécrétantes, qu'elle nous a pour ainsi dire interdit de remonter de l'appareil à la fonction, et d'établir aucun lien nécessaire entre l'acte qui constitue la sécrétion et l'organe qui sert à la produire.

Qui peut dire, en effet, par le seul secours des lumières de l'anatomie, pourquoi les parotides sécrètent de la salive, le foie de la bile, les reins de

l'urine, les glandes sudoripares de la sueur, les synoviales de la synovie, les séreuses de la sérosité?

Mais, en même temps, n'est-il pas remarquable que tout organe sécréteur, surface, follicules ou glande, grappe ou tube, anse ou cœcum, soit revêtu d'une couche de cellules qui sont partout comme les creusets où doit se faire l'élaboration vitale de la matière extraite du sang?

Les conditions anatomiques de la sécrétion peuvent donc se réduire à un petit nombre.

D'abord tout organe sécréteur est en connexion avec des vaisseaux sanguins dont le nombre et le volume sont en rapport avec la quantité du liquide qui doit être sécrété. En second lieu, l'humeur sécrétée n'exsude pas seulement des parois de ces vaisseaux sanguins, mais elle doit se former aux dépens du liquide exsudé, dans l'épaisseur même du tissu interposé aux vaisseaux sanguins et à l'humeur sécrétée.

La forme la plus simple du tissu interposé entre le sang et l'humeur sécrétée, c'est la membrane (*séreuses*).

Dans une seconde forme, la membrane, au lieu d'être simplement étalée, se trouve refoulée dans l'épaisseur de la peau ou des muqueuses, ou jusqu'au-dessous de ces membranes, présentant l'aspect tantôt d'un petit sac ou d'une vésicule, tantôt d'un petit tube ou cœcum, communiquant

avec la surface de la muqueuse à l'aide d'un goulot. C'est en quelque sorte la couche celluleuse épidermique ou épithéliale rentrée dans un petit cul-de-sac fibreux qui est creusé dans l'épaisseur du derme ; c'est une sorte d'artifice en vertu duquel, comme le fait très-bien observer M. J. Béclard, les surfaces de sécrétion se trouvent multipliées dans des espaces circonscrits.

Dans une troisième forme, qui dérive de la précédente, le tissu interposé au sang et à l'humeur sécrétée n'est pas simplement une surface rentrée ; c'est, de plus, une surface multiloculaire, c'est un assemblage de vésicules ou de tubes clos, à goulot commun.

Cette troisième forme, qui caractérise les organes désignés sous le nom de glandes composées, comprend elle-même des formes secondaires qui dérivent des formes secondaires des glandes simples. Tantôt les ramifications de l'organe se terminent par des ampoules et constituent la glande en grappe (*glandes salivaire, mammaire, pancréatique*); tantôt elles se terminent en tubes clos, libres ou anastomosés entre eux, et constituent les glandes tubuleuses (*reins, testicules, foie*).

Tous les organes sécréteurs dont nous venons de parler déversent leur produit au dehors, ou sur des surfaces muqueuses, ou dans des cavités closes,

soit immédiatement, soit par l'intermédiaire de canaux excréteurs.

Il en est d'autres qui paraissent jouer aussi le rôle d'organes sécréteurs, en ce sens qu'ils modifient le sang et élaborent certains produits, mais qui sont dépourvus de canaux excréteurs et qui déversent dans le système sanguin lui-même les produits qu'ils ont extraits du sang. Ce sont les glandes dites vasculaires (*rate, corps thyroïde, capsules surrénales*).

Ce qui semble motiver anatomiquement un rapprochement entre ces organes et les véritables glandes, c'est que, dans ces organes, on trouve, comme dans les véritables glandes, outre certains éléments épithéliaux, des corpuscules ou glomérules dont la vraie signification aussi bien que l'usage nous sont encore inconnus, mais dont l'interposition entre les réseaux vasculaire et glandulaire n'est pas moins remarquable.

Enfin, dans la composition des organes sécréteurs, on trouve, en dehors des surfaces épithéliales, qui semblent jouer un si grand rôle dans la sécrétion, une substance homogène qui paraît servir de soutien aux cellules, quelques éléments fibrillaires, surtout dans les canaux excréteurs, et même des fibres musculaires lisses comme partie intégrante des parois dans plusieurs de ces canaux.

PHYSIOLOGIE.

La physiologie a jeté bien plus de lumières que l'anatomie sur l'histoire des sécrétions.

Soit qu'il s'agisse de la sécrétion en général ou de chaque sécrétion en particulier ; soit qu'on fasse l'étude comparée des sécrétions, de leur subordination, ou des rapports qu'elles ont entre elles, la physiologie peut caractériser cet acte général, lui assigner son rang au milieu des autres actes vitaux, indiquer la part qu'il prend dans l'accomplissement de telle ou telle fonction et dans l'économie générale de la vie, préciser ses usages, démontrer son utilité.

Et d'abord, l'acte sécréteur lui-même n'est qu'une sorte de dérivation à l'acte nutritif. Tandis que, dans ce dernier, les éléments élaborés aux dépens du liquide nourricier deviennent os, cartilages, tendons, muscles, etc., et servent à entretenir l'intégrité de l'agrégat matériel ; dans le premier, les éléments élaborés aux dépens du liquide nourricier deviennent salive, bile, synovie, etc....., et contribuent au renouvellement des matériaux organiques. L'acte sécréteur complète le mouvement de désassimilation qui constitue, avec l'assimilation, le double mouvement de l'acte nutritif.

Mais l'acte sécréteur n'est pas seulement un

moyen de désassimilation et de renouvellement pour l'agrégat matériel. Si les liquides formés par les organes sécréteurs aux dépens du sang sortent de celui-ci pour n'y pas rentrer, ils ne sont pas pour cela exclusivement destinés à être expulsés.

Tandis que les uns, directement portés au dehors, débarrassent incessamment l'économie des substances devenues impropres à la constitution du corps, les autres, affectés à des usages particuliers, peuvent être conservés dans des cavités closes ou s'associer à de nouveaux actes pour lesquels ils ont été créés.

Ainsi, tandis que l'urine est destinée à être évacuée directement, la salive, le suc gastrique ne paraissent se produire que pour accomplir l'acte de la digestion; la synovie, la sérosité pour rester dans l'intérieur de cavités closes où elles jouent en quelque sorte un rôle mécanique en favorisant le glissement des membranes.

Ainsi, des humeurs sécrétées, les unes ne semblent extraites du sang que pour être aussitôt expulsées du corps; d'autres, au contraire, ne semblent être tirées de ce liquide que pour rentrer dans les premières voies; d'autres, enfin, en sont élaborées pour rester dans des lieux déterminés où elles se renouvellent et subissent constamment, comme tous les organes, les deux phases du mouvement nutritif. Aux premières on a donné le nom d'excré-

mentitielles, aux troisièmes celui de récrémentitielles; les deuxièmes tiennent pour ainsi dire le milieu entre les extrêmes : elles sont excrémento-récrémentitielles.

Les usages des sécrétions sont très-divers. Ils peuvent, même en dehors de l'individu, aller atteindre l'espèce. La sécrétion du lait n'a pas d'autre but que la conservation du jeune sujet. Il faudrait donc passer en revue toutes les sécrétions pour apprécier leur utilité et déterminer l'usage de chacune d'elles.

Mais, en dehors des usages particuliers de chaque sécrétion, et pour ainsi dire au-dessus des intérêts privés, il y a dans l'acte sécréteur quelque chose qui touche à l'intérêt commun ou à l'utilité publique. Que ce soit seulement par le fait de l'évacuation d'un liquide sécrété, tel que l'urine, la sueur; ou qu'à l'habitude de la sécrétion dans tels ou tels organes se rattache l'habitude de fluxions ou de mouvements vitaux vers ces organes, toujours est-il que l'ordre et la régularité de nos sécrétions sont des conditions importantes pour la conservation de l'harmonie hygide entre nos fonctions; que leur dérangement est une cause de trouble; que leur rétablissement est une cause de retour à la santé; que leur production insolite peut être une crise et juger une maladie.

Ne voyons-nous pas journellement, par le fait de la

variabilité naturelle des conditions extérieures, diverses sécrétions se suppléer dans leur quantité sinon dans leur qualité, et nous montrer, par ce balancement alternatif, combien il importe à notre conservation que l'équilibre soit maintenu entre les actes sécréteurs comme entre tous les autres actes? La sécrétion urinaire, comparée à celle de la sueur, nous offre un exemple remarquable de ce balancement.

Si, passant à un autre ordre d'idées, nous nous demandons quelles sont les conditions physiologiques de la sécrétion, nous n'aurons pas de peine à trouver ni son point de départ ni les circonstances qui l'accompagnent.

Le point de départ de toute sécrétion est une impulsion vitale instinctive, involontaire. Que nous n'en ayons aucune conscience, comme cela arrive le plus souvent, ou que l'imagination ait joué primitivement un rôle quelconque, l'acte se produit sous l'influence immédiate de la force vitale.

Bordeu a su faire la part de cette influence dans la sécrétion et dans l'excrétion, en démontrant que les modifications mécaniques dépendantes de la structure organique ne sont elles-mêmes pour rien dans ces phénomènes. La sécrétion de la salive, celle des larmes et tant d'autres, n'ont-elles pas, de l'aveu de tout le monde, leur point de départ ailleurs que dans une modification anatomique!

L'impulsion une fois donnée est transmise à l'organe sécréteur par le système nerveux dont les altérations ne sont pas sans influence sur la sécrétion, comme le prouvent les expériences de Krimer, Brachet, Bernard, etc. Dès lors, tous les phénomènes qui se passent dans les organes à fonctions intermittentes se manifestent : la fluxion d'abord, et tout le cortége de ses symptômes que Bordeu portait jusqu'à une sorte d'érection; puis l'engorgement de la glande, la distension de sa cavité par le liquide sécrété; puis enfin l'expulsion de ce liquide par suite de son accumulation même, de la *vis à tergo* qui le pousse, du rétrécissement des canaux excréteurs qui se contractent : tels sont les principaux temps qui se succèdent dans la manifestation de ce phénomène.

PHYSIQUE.

La physique fournit à l'étude des sécrétions un grand nombre d'éléments et tout d'abord des procédés anatomiques. Je ne parlerai point ici du microscope ordinaire; les services que cet instrument a rendus aux études anatomiques sont trop connus de chacun pour que je les rappelle. Je me contenterai de mentionner l'application que l'on fait du microscope éclairé par de la lumière polarisée.

Toutes les fois qu'un rayon lumineux traverse un cristal bi-réfringent, il se bifurque en donnant un rayon ordinaire et un rayon extraordinaire, et chacun d'eux se trouve polarisé: le rayon ordinaire selon le plan d'émergence, et le rayon extraordinaire suivant un plan perpendiculaire. Si l'un de ces rayons est reçu sur un second prisme bi-réfringent, on voit qu'il est éteint lorsque les sections principales sont parallèles ou perpendiculaires.

Supposons que le rayon lumineux traverse un prisme de Nicol; ce prisme ne transmettra que le rayon extraordinaire; et si ce faisceau est reçu sur un prisme bi-réfringent, il donnera un rayon ordinaire quand les deux sections seront perpendiculaires, et un rayon extraordinaire quand elles seront parallèles. Dans toute autre position intermédiaire des sections principales, il y aura deux images: le rayon se sera bifurqué. Si, au lieu de laisser subsister ces deux faisceaux, nous disposons les deux prismes de manière à n'en recevoir qu'un, c'est-à-dire si nous cachons par un écran convenablement disposé l'un des deux faisceaux donnés par le prisme oculaire; ou si, par exemple, nous formons cet oculaire avec un second prisme de Nicol, en faisant faire à ce second prisme une révolution complète, nous verrons un rayon dans deux positions diamétralement opposées, et ce rayon sera éteint dans

deux autres positions diamétrales perpendiculaires aux précédentes.

Si, pendant que le rayon est éteint, on interpose aux deux prismes un cristal bi-réfringent dont la section principale ne soit ni parallèle ni perpendiculaire à celle d'aucun des prismes précédents, le rayon polarisé par le premier prisme se modifie en traversant le prisme moyen, et alors ce cristal paraît éclairé. En faisant tourner sur lui-même l'un des prismes extrêmes, on trouvera une position où le cristal moyen sera obscur, éteint. Mais alors, en enlevant ce dernier, on verra le champ de l'appareil éclairé.

Ceci étant posé, supposons qu'un microscope ne soit éclairé que par des rayons qu'on a obligés de se polariser au travers d'un prisme bi-réfringent tel qu'un prisme de Nicol; l'oculaire est muni d'un prisme semblable ou de tout autre prisme bi-réfringent, mais disposé de manière à ne donner qu'une seule image. Il est évident qu'en imprimant à ce prisme oculaire un mouvement de rotation, le champ du microscope nous paraîtra tour à tour obscur et éclairé. L'appareil ainsi disposé, plaçons sur le porte-objet une substance transparente capable de polariser la lumière, nous verrons cette substance s'éclairer alors que le champ du microscope deviendra obscur, et *vice versâ*.

Ce moyen d'exploration est puissant, et, dans cer-

taines circonstances, il peut à lui seul lever des doutes bien légitimes. Il est évident que cet éclairement dans le champ éteint du microscope n'appartient qu'aux substances capables de polariser la lumière : or, on sait que, parmi les cristaux, il n'y a que ceux qui appartiennent à un système autre que le système régulier qui jouissent de cette propriété. Si le classement d'un cristal était douteux, ce microscope polarisateur jugerait la question. Cet appel est journalier.

L'urine laisse déposer des cristaux octaédriques d'oxalate de chaux, régulièrement conformés et si petits, que pendant long-temps ils ont échappé à l'observation. Ces octaèdres pourraient appartenir au système régulier, ou être des octaèdres très-aplatis d'un autre système : le microscope polarisateur décidera la question. Ces cristaux s'éteignent et s'éclairent avec le champ du microscope ; ils appartiennent donc au système régulier.

Des cristaux se précipitent du sein d'une urine évaporée, les formes sont tellement rapprochées qu'on juge par elles que ce depôt est entièrement formé par la même substance. Portés sur le microscope polarisateur, quelques-uns de ces cristaux s'éteignent avec le champ du microscope ; d'autres s'éclairent quand ce dernier s'éteint. Leurs types sont donc différents, et ce dépôt est formé par deux substances distinctes. Un choix délicat permet de séparer sur le porte-objet les cristaux triés par la

lumière polarisée, et un examen ultérieur de ces cristaux isolés démontre que le dépôt était un dépôt complexe de sel marin et de créatine.

Les formes des cristaux se distinguent mieux à la lumière polarisée parce que le cristal lumineux au milieu du champ obscur du microscope semble éclairé comme par une lumière placée dans son intérieur.

C'est encore le microscope polarisant qui a donné les notions les plus exactes sur la nature de la substance qui constitue les diverses fécules.

« Lorsque ces produits pulvérulents sont observés entre deux prismes de Nicol dont les sections principales sont croisées rectangulairement, surtout si leur action sur la lumière polarisée est rendue plus manifeste par l'interposition d'une lame de chaux sulfatée sensible, on voit qu'ils sont des amas de globules ovoïdes, composés de couches solides, transparentes, intimement superposées, distinctes entre elles par leur densité propre ou par leur mode d'opposition, et constituées par sections méridiennes autour d'un même point de la superficie du globule que l'on a nommé l'ombilic, à peu près comme les pans d'une poire ou les côtes d'un melon le sont autour du pédoncule par lequel leur alimentation s'est opérée.... Ces phénomènes de polarisation se manifestent de la même manière et avec des

caractères pareils dans toutes les fécules, les plus petites comme les plus grosses (1).

L'emploi d'un semblable microscope est appelé à rendre aux études micrographiques les services les plus étendus. Au reste, je dois dire que sa popularisation serait justifiée non-seulement par le vif intérêt scientifique qui se rattache à l'emploi du microscope en général, mais encore parce que ce jeu de la lumière polarisée s'accompagne de phénomènes de colorations si vives et si variées, et ces colorations tranchent d'une manière si saisissante sur le fond obscur du microscope, que les études micrographiques sont dès lors transformées en expériences des plus belles et des plus attrayantes.

Les phénomènes de polarisation rotatoire sont encore des moyens que la physique met entre nos mains pour découvrir la composition d'une sécrétion et constater dans cette sécrétion la présence physiologique ou pathologique de diverses substances. Ainsi les a-t-on appliqués à la recherche de l'albumine, du sucre dans certaines urines pathologiques, et à la détermination de la richesse du lait en lactine.

On se rend facilement compte de l'intérêt que présentent pour le médecin le microscope et les appa-

---

(1) Biot, Annales de phys. et de chim., XI, 82.

reils de polarisation. Il est, en effet, bien souvent obligé d'analyser une humeur déterminée, de rechercher dans cette humeur une substance donnée, afin d'en déduire un élément de diagnostic, ou de rechercher, par les variations de cette substance, l'influence de telle méthode médicatrice : or, une analyse par les procédés chimiques ordinaires, quelque expéditive qu'elle soit, est généralement beaucoup trop longue pour qu'elle se prête dans tous les cas à des observations suivies et multipliées. Par conséquent, plus les procédés d'analyse seront rapides, mieux ils répondront aux vues du médecin. Le microscope et les appareils de polarisation sont des procédés analytiques extrêmement rapides et qui permettent de suivre pas à pas, pour ainsi dire, les progrès des changements qui surviennent.

S'il est une propriété physique que l'on croit *à priori* en relation intime avec la composition chimique, sans contredit c'est la densité.

En effet, on conçoit que la densité d'un liquide dans lequel on fait dissoudre un solide change avec les proportions de chacune de ces matières; mais on commettrait une bien grande erreur si l'on croyait que cette densité présente un rapport direct avec la proportion des substances. Les cas où cela se présente sont rares; et quand on détermine la courbe de densité d'une même dissolution saline, on voit souvent cette courbe présenter des points de rebrousse-

ment. Ce qui a lieu dans les dissolutions inorganiques simples doit bien se présenter à plus forte raison et se présente, en effet, dans les dissolutions organiques beaucoup plus complexes d'abord, et sur lesquelles, d'un autre côté, mille circonstances diverses exercent leur influence.

Que l'on poursuive, l'aréomètre à la main, l'évolution du lait, de l'urine chez le même individu physiologique ou pathologique toujours maintenu dans les mêmes conditions extérieures, et l'on verra combien varie la densité de ces sécrétions oscillant cependant entre deux limites qui ne sont que bien rarement dépassées. Qu'on appelle l'analyse à rendre compte de ces variations, elle sera muette. Qu'on en juge par le tableau suivant :

Urine d'un diabétique.

Densité.	Sucre pour 100.
1,040	37
1,027	13,5
1,038	traces
1,022	0,16
1,039	5,75
1,037	47,00

Malgré tout, cependant, on a cherché à tirer parti de cette propriété physique; et tout d'abord disons que toutes les sécrétions ont une densité inférieure à celle du sang. Ce fait, qui ne souffre d'exception

que dans certains cas pathologiques, semble bien indiquer un lien général entre toutes les humeurs, mais je ne connais aucune donnée pour le développer.

La densité a été quelquefois mise à profit pour constater l'état pathologique ou physiologique de certaines sécrétions, particulièrement de l'urine. La densité de l'urine physiologique est évaluée en moyenne à 1,02. Cette densité est loin d'être donnée comme une densité normale; on admet que les limites peuvent s'étendre jusqu'à 1,03 sans que pour cela l'urine devienne une urine pathologique.

Mille circonstances, en effet, influent sur cette densité : elle varie avec la quantité d'eau ingérée; elle varie dans le même sens que la transpiration; généralement, plus cette transpiration sera abondante, plus la densité de l'urine augmentera. On sait aussi que cette densité subit une influence directe du genre d'alimentation; il suffit de rapporter, à cet égard, les expériences que M. Lehmann a tentées sur lui-même. Ce physiologiste nous apprend que cette densité s'est élevée de 1,022 à 1,027, suivant que la nourriture était mixte ou exclusivement animale. On sait aussi que la densité de l'urine subit une influence directe de la disposition actuelle du système nerveux; que, dans les maladies nerveuses, cette densité descend bien au-dessous de la moyenne.

On a cherché à relier la densité de l'urine à la

quantité de matériaux solides qu'elle renferme. Un médecin italien, dont je n'ai pu me rappeler le nom, a donné la règle suivante. D'après lui, la quantité des matériaux solides contenus dans l'urine s'obtient en doublant le chiffre qui exprime l'excès de densité. Ainsi, selon cette règle, les urines dont la densité sera 1,020, 1,025, 1,030, 1,032, contiendraient 40, 50, 60, 64 par 1000 de matériaux solides. Cette méthode empirique est une méthode erronée qui doit être bannie de toute pratique médicale. En comparant ces résultats théoriques à ceux que fournit l'expérience directe, on trouve une telle différence que toute hésitation disparaît.

Dans un opuscule intitulé : *Études de chimie organique* (Lille, 1849), M. Millon a fait remarquer un *rapport empirique fort bizarre* entre la densité de l'urine et la quantité d'urée que cette urine contient. Ce rapport est le suivant :

Le 2e et le 3e chiffres de la densité comptés ensemble expriment assez exactement la quantité d'urée que contiennent 1000 grammes d'urine.

Il a cherché à l'établir par plusieurs séries d'expériences faites sur des urines physiologiques et sur des urines pathologiques. Le résultat le plus positif que l'on peut déduire de ces recherches, c'est que le rapport signalé est incomparablement plus éloigné dans les cas d'urines pathologiques.

Voici, au reste, quelques tableaux :

Adultes en bonne santé.

	Urée.
1,0046	4,20
1,0092	9,88
1,0080	6,78
1,0308	29,72
1,0277	28,05
1,0254	23,19
1,0145	11,99
1,0130	12,81
1,0070	7,11
1,0210	21,36
1,0188	17,40
1,0140	13,95
1,0212	19,89
1,0215	19,30
1,0225	22,59

Urines pathologiques. Pneumonies diverses.

	Urée.
1,015	39,75
1,025	45,84
1,009	21,36

Diabète.

	Urée.
1,041	19,19
1,037	8,25
1,039	21,50
1,035	5,51

Je borne là les citations.

Une substance dont la présence paraît avoir une influence plus immédiate sur la densité de l'urine, c'est le sucre des diabétiques ; c'est du moins ce qui ressort de ce fait que l'urine des diabétiques est toujours très-dense. Mais encore ici on ne saurait découvrir le rapport qui lie la densité de l'urine à la richesse en sucre, comme on peut s'en assurer par l'inspection du tableau que j'ai déjà donné.

La science possède des travaux remarquables sur l'urine : ils sont dus principalement à MM. Chossat, Lecanu, Becquerel, Rodier, Rayer, etc. Ils ont permis de découvrir les influences que les diverses conditions physiologiques et pathologiques exercent sur la densité et la composition des urines.

Le lait est encore une sécrétion dont on a cherché à apprécier les qualités par la densité. On a cherché à établir quelques rapports entre cette densité et la quantité de sucre de lait, de beurre, de caséum, des sels contenus. Dans un travail de MM. Becquerel et Vernois, nous trouvons des expériences qui conduisent à un certain nombre de conclusions parmi lesquelles nous remarquons les suivantes. Les variations du sucre et des sels n'entraînent aucune variation de la densité ; elle baisse quand le beurre et l'eau augmentent, et *vice versâ*. La caséine élève la densité quand elle augmente ; et lorsque la

quantité de caséine diminue, la densité baisse très-peu (1).

Le lait doit sa couleur blanche et mate aux globules de matière grasse ou butyreuse qu'il contient. Son opacité est en rapport avec la quantité de globules qu'il renferme; il est, dès lors, évident que, si on mesure dans les mêmes circonstances l'opacité relative de plusieurs échantillons de lait, on aura, par cela même, une notion exacte de leur richesse relative en matière butyreuse. C'est sur ce principe qu'est fondé le lactoscope de M. Donné. La construction et la manipulation de cet instrument sont données avec détails dans le Cours de micrographie, p. 387.

La physique a encore fourni les théories pour expliquer le phénomène des sécrétions. Les unes, les théories électriques, ont servi à expliquer l'origine des sécrétions ; elles ont été soutenues par Davy, Wollaston, Purkinje, Pappenheim, etc.

D'autres théories ont servi à expliquer, non pas l'origine des sécrétions, mais le mouvement de ces humeurs dans un sens plutôt que dans tel autre, en un mot la répartition de ces fluides dans l'économie.

Il y a trente ans, M. Dutrochet découvrit un phénomène qui paraissait si directement lié à la vie, qu'il en publia les premiers résultats dans un ouvrage

---

(1) Becquerel et Vernois. Ann. d'hygiène.

intitulé : *De l'agent immédiat du mouvement vital :* je veux parler de l'endosmose. Les physiciens qui se sont occupés de ce phénomène ont presque tous cherché à trouver en lui l'explication du mouvement des liquides dans l'organisme. Les expériences, la nature des liquides, celle des membranes, les conditions du phénomène, en un mot, ont été variées de mille manières, dans le but de se rapprocher des conditions naturelles. Toutes ces recherches nombreuses n'ont point sans doute donné de résultats bien positifs ; cependant ceux auxquels on est parvenu sont en tout point dignes de notre intérêt. Les travaux publiés sur l'endosmose sont assez nombreux ; mais ici je ne rendrai compte que de ceux de MM. Matteucci et Cima dont les recherches ont été plus spécialement dirigées au point de vue physiologique. Ils ont opéré sur différentes membranes animales, et ont particulièrement porté leur attention sur la disposition de la membrane relativement aux deux liquides. Ils ont employé des membranes prises sur des animaux récemment tués : elles étaient identiques d'épaisseur, extraites de parties symétriques de l'animal. Ils ont comparé l'action des membranes fraîches à celle de membranes putréfiées. Ils faisaient fonctionner simultanément, dans les mêmes conditions de température et de pression extérieures, deux endosmomètres placés l'un à côté de l'autre, mais disposés de telle sorte que, chez l'un, la face interne

de la peau était en contact avec le liquide, tandis que, dans l'autre, c'était la face externe. Les membranes employées étaient des peaux de grenouille, d'anguille et de torpille, des vessies, des membranes d'estomac.

Leurs expériences les ont conduits aux conclusions suivantes :

1° La membrane intermédiaire aux deux liquides, dans le phénomène d'endosmose, a une très-large influence sur l'intensité du courant et sur sa direction.

2° Il y a en général, pour chaque membrane, une telle position, relativement aux liquides, dans laquelle l'endosmose est plus intense. Les cas sont très-rares où pour une même membrane la position est indifférente.

3° La direction la plus favorable à l'endosmose à travers les peaux est en général de la face interne à la face externe, à l'exception de la peau de grenouille chez laquelle l'endosmose de l'eau à l'alcool a lieu de la face externe à la face interne.

4° La direction favorable à l'endosmose à travers les estomacs et les vessies urinaires varie beaucoup plus qu'avec les peaux, suivant les divers liquides.

5° Le phénomène d'endosmose est étroitement lié avec l'état physiologique des membranes.

6° Avec les membranes desséchées ou altérées par la putréfaction, on ne remarque plus les différences ordinaires selon la position des faces de celles-ci, ou bien l'endosmose ne se fait plus.

Les phénomènes d'endosmose sont certainement bien rapprochés des phénomènes vitaux, en tant qu'il y a chez eux la manifestation évidente d'un principe que jusqu'ici l'on n'a pu découvrir. Mais, en définitive, nous ne savons pas s'il y a endosmose dans l'organisme. Quoi qu'il en soit, en admettant que ce soit par endosmose que les sécrétions se mettent en mouvement, nous devons bien avouer que cette théorie est incapable de rendre compte de cette intermittence dans le jeu des appareils sécréteurs dont nous sommes journellement témoins.

Les phénomènes d'endosmose gazeuse et de diffusion des gaz ne peuvent s'appliquer à l'exhalation pulmonaire, ni sans doute à l'exhalation pathologique des gaz que l'on observe sur divers points de l'économie. Dans l'un et dans l'autre cas, les gaz ne sont pas en contact avec de l'eau pure, mais bien avec des dissolutions plus ou moins complexes et qui, par cela même, exercent sur ces gaz une action capable de modifier singulièrement ce phénomène physique.

Les phénomènes d'évaporation et la pression atmosphérique ont été encore invoqués, et particulièrement par M. J. Liebig, pour expliquer les mouvements des liquides organiques. Je vais essayer de donner une idée de sa théorie.

Il est bien certain que la pénétration d'un liquide dans l'intérieur d'un tissu est le résultat d'une attraction capillaire, et par conséquent l'écoulement

du liquide ne peut avoir lieu que tout autant qu'on fait intervenir une force capable de vaincre cette attraction capillaire. Mais cette force variera avec l'attraction de la membrane pour le liquide, avec l'épaisseur de la membrane et avec la nature du liquide. Ainsi, au travers d'une vessie de bœuf de $\frac{1}{10}$ de ligne, on voit transsuder :

L'eau par une pression de.....	12 pouces.
Une dissolution saturée de sel marin.	18-20
L'huile.....	34
L'alcool ne passe pas sous.....	48
Avec un feuillet péritonéal de $\frac{1}{20}$ de ligne	
L'eau.....	8-10
Solution.....	12-16
Huile.....	22-24
Alcool.....	36-40
Avec un feuillet de $\frac{1}{160}$	
L'eau.....	4
La dissolution.....	8-10

Le pouvoir absorbant de chaque substance animale varie avec la nature du liquide. Ainsi 100 parties de vessie de bœuf desséchée absorbent en 24 heures :

Eau.....	268 vol.
Dissolution saline.....	133
Esprit-de-vin à 84°.....	38

Et selon les expériences de M. Chevreul :

100 gr. de	Eau	Diss. saline.
Cartilage de l'oreille absorbent.	231 vol.	125
Tendon	178	114
Ligaments jaunes.....	148	30
Tissu corné.....	461	370
Ligaments cartilagineux.....	319	
Fibrine		154

De cette inégale attraction des membranes pour les divers liquides, il résulte que, si l'on prend une membrane humide ayant absorbé 310 volumes d'eau, et si on la saupoudre de sel marin sec, ce sel, se dissolvant peu à peu dans l'eau d'imbibition, constituera avec elle une dissolution saturée; et comme cette membrane n'est capable d'absorber que 133 de dissolution saturée, 177 volumes d'eau s'échapperont.

Si l'on se représente une membrane, un tissu animal comme formé par un assemblage de tubes capillaires, le liquide qui les imbibe ne s'écoulera que tout autant que sa composition viendra à changer par l'intervention d'une substance quelconque.

Cela étant posé, supposons que l'on sépare deux liquides de composition et de densité différentes, par exemple, de l'eau pure et de l'eau saturée de sel, par une membrane animale; l'imbibition de la membrane par l'un des liquides n'empêche pas le mélange: on voit alors se manifester un phénomène d'endosmose. En admettant l'eau salée à la partie supérieure

et l'eau pure à la partie inférieure, on voit l'eau salée augmenter de volume tant qu'il y aura inégalité dans la composition des deux liquides. Que se passe-t-il dans l'intérieur de la membrane? Supposons les pores de cette membrane remplis d'abord de l'un des liquides, par exemple, d'eau. L'eau salée qui est placée au-dessus de la membrane pénétrera dans ses pores et se mêlera à l'eau qui les remplit. Mais la membrane possédant pour l'eau salée une attraction plus faible que pour l'eau pure, chassera cette eau salée. Ce courant d'eau salée, chassé des pores de la membrane, pénètrera dans un liquide plus dense au-dessus du diaphragme et dans un liquide moins dense au-dessous de ce même diaphragme. Il se formera un courant dans les deux liquides. De nouvelle eau pure et de nouvelle eau salée viendront à tout instant se mettre en contact dans l'intérieur de la membrane, et les mêmes phénomènes se reproduiront jusqu'à ce que l'uniformité de composition se soit établie.

Supposons actuellement qu'un vase fermé par une membrane soit rempli d'une dissolution saline non saturée, et que la membrane soit exposée à l'air; le liquide pénétrera la membrane; mais bientôt ce liquide s'évaporera à la surface extérieure, et l'évaporation provoquera la formation d'une dissolution plus concentrée pour laquelle la membrane éprouvera moins d'attraction que pour la dissolution primitive.

Comme précédemment, il y aura expulsion de ce liquide plus saturé. Et si nous supposons que les choses soient disposées de telle sorte que le vase se contracte uniquement dans le but de faire disparaître la diminution de volume occasionnée par l'évaporation, la dissolution intérieure finira par se concentrer jusqu'à saturation complète. Le résultat définitif de ces expériences nous montre donc que l'évaporation à la surface de la membrane a amené dans la masse fluide un mouvement continuel des parties liquides vers la surface d'évaporation. La force avec laquelle ce mouvement est déterminé est loin d'être négligeable : elle est égale à quelques pouces de mercure. Lorsqu'on fait l'expérience avec un tube évasé à l'une de ses extrémités, fermé en ce point avec une membrane, et rempli d'eau pure, on voit, après avoir renversé le tube dans une cuve de mercure, ce dernier s'élever dans le tube à une hauteur de plusieurs centimètres. Au reste, les expériences de Halles sont assez connues pour que je me dispense d'insister davantage sur ce point.

Cette évaporation amène un mouvement des fluides; on comprend combien ce mouvement se trouvera en rapport direct avec les circonstances qui favorisent le plus l'évaporation.

Nous pouvons nous demander quelle part immédiate prend cette cause de mouvement dans la distribution des humeurs dans le corps vivant. Ici je laisse

parler M. Liebig, ou du moins je cite presque textuellement ses paroles.

« Que la peau des animaux et la transpiration cutanée, de même que l'évaporation qui se fait à la surface du poumon, exercent une influence sérieuse sur les phénomènes de la vie, et par conséquent sur l'état hygiénique, cela est reconnu par les médecins depuis qu'existe l'art de guérir; mais, jusqu'à présent, on n'a pas examiné *de quelle manière ces phénomènes s'accomplissent.* »

» D'après ce qui précède, on ne peut mettre en doute que l'une de leurs fonctions les plus importantes est dans la part qu'ils prennent à la dispersion et au mouvement des liquides dans l'économie animale.

» L'évaporation des liquides à la surface du poumon et de la peau doit amener, chez les liquides du corps, un mouvement plus ou moins actif vers la peau et le poumon, mouvement que la circulation du sang doit accélérer.

» Par cette évaporation, les lois du mélange de liquides de nature différente, séparés l'un de l'autre par des membranes de nature différente, doivent être évidemment modifiées. Le passage des aliments devenus liquides pendant leur trajet dans le tube digestif, et de la lymphe dans les vaisseaux sanguins, l'extravasation des fluides nourriciers hors des vaisseaux capillaires, leur dispersion uniforme dans l'économie animale, le pouvoir absorbant des mem-

branes et des tissus qui, sous la pression indiquée, sont perméables aux liquides en contact avec eux; le tout est soumis à l'influence de la différence de pression atmosphérique qui dépend de l'évaporation des liquides sur les surfaces cutanée et pulmonaire.

» Les sérosités et les liquides de l'économie animale se répandent d'une manière uniforme dans tout le corps selon l'épaisseur des parois des vaisseaux et leur faculté de se laisser traverser par des liquides; et l'influence que l'habitation dans un milieu sec et humide, à de grandes hauteurs, ou bien sur les bords de la mer, en tant que par là l'évaporation est augmentée ou diminuée, peut exercer sur l'état de santé, n'a besoin d'aucune explication; de même que, d'autre part, la suppression de la transpiration cutanée doit amener un trouble dans le mouvement des liquides, par lequel l'état normal de la partie qui en est le siége est modifié.

» Le gonflement de la peau, sa gerçure, sa rubéfaction, sont autant de phénomènes que peut présenter l'homme qui habite à de grandes hauteurs; ils ont leur cause dans la sécheresse excessive de l'atmosphère, l'évaporation croissante et la pression qui porte vers la périphérie les liquides contenus dans les vaisseaux. Plusieurs causes concourent à l'excrétion de la sueur, à la transsudation des liquides hors de la peau : l'une d'entre elles repose évidemment sur la vitesse que le liquide, mu par

l'évaporation ou par une cause mécanique, acquiert du mouvement accéléré du sang. Par suite de cette vitesse acquise, il se meut au-delà du pouvoir absorbant de l'enveloppe cutanée.

» Les variations des phénomènes de la vie, qui sont produites par l'inégale dispersion du liquide dans l'économie animale comme conséquence de l'évaporation, sont plus évidentes chez les animaux aquatiques : ainsi chez ceux où la cause multiple du mouvement à l'état normal n'est pas efficace. Si un poisson est maintenu dans l'eau de manière que la tête se trouve au-dessus de la surface, le reste du corps étant dans l'eau, il mourra au bout de quelques heures : la mort survient d'une manière tout-à-fait semblable si la tête et les branchies sont dans l'eau et le reste du corps dans l'air (Milne-Edwards). Cela se fait dans les deux cas, sans que l'animal perde de son poids. Ce fait apprend que, quoique le poids du corps ne varie pas en présence de l'absorption des molécules d'eau par les corpuscules qui se trouvent en contact avec elles, la distribution des liquides de l'économie ne se fait pas dans l'intégrité des fonctions vitales. Le poisson meurt (1). »

---

(1) J. Liebig. Recherches sur quelques-unes des causes du mouvement des liquides dans l'organisme animal. Ann. de ph. et de ch., XXV (367); 1849.

Si M. Liebig avait présenté ces phénomènes comme la cause unique de la répartition des fluides de l'économie, des considérations sans nombre se seraient présentées pour en restreindre l'application.

Les sécrétions de l'économie, par une cause quelconque, étant mises en mouvement, leur circulation dans les canaux capillaires qu'elles traversent s'exécute-t-elle suivant les lois que nous a fait connaître M. Poiseuille? Les expériences de M. Poiseuille tendant à faire croire que les liquides se meuvent dans les canaux organisés, comme dans les tubes de verre, je ne vois aucun inconvénient à l'admettre. Je ne pense pas que cette théorie soit en opposition avec la disposition et la structure des canaux, ni avec la manifestation des phénomènes purement vitaux. Tant qu'une théorie quelconque transportée dans le monde vivant ne fournit pas elle-même la preuve évidente qu'elle ne peut être appliquée, généralement on doit, il me semble, l'admettre.

CHIMIE.

Éclairer chimiquement la question des sécrétions, c'est rechercher la nature des matériaux qu'elles renferment, examiner les réactions propres de chacune de ces substances, les modifications que leur présence simultanée fait subir aux propriétés de

chacune d'elles ; c'est établir les relations de tout ordre entre ces matériaux et ceux de la substance mère, en poursuivre les transformations jusques au point où ils s'échappent de l'économie, et découvrir le procédé général qui préside à ces métamorphoses chimiques. Une étude comparative semblable, faite sur chaque sécrétion, mettra à jour le lien général qui maintient les sécrétions de l'organisme dans une mutuelle dépendance.

L'analyse chimique d'une sécrétion est extrêmement délicate et difficile. Les matières qu'elle renferme possèdent en général des réactions si peu nettes, si peu caractéristiques, qu'il est peu aisé de les mettre en évidence. Aussi n'existe-t-il pas, pour ces sortes de corps, un procédé général comme nous en connaissons un pour l'analyse des substances minérales. Ici les réactions des corps sont nombreuses, et la méthode si certaine, qu'on peut isoler, à coup sûr, tous les éléments de la substance la plus complexe. Mais quand il s'agit d'une sécrétion, la chose n'est plus possible ; on n'est jamais certain d'avoir séparé tous les matériaux ; on n'a, pour se convaincre de la difficulté d'une analyse organique, qu'à examiner le tableau de toutes les substances que l'urine physiologique renferme : le nombre s'en élève à 40 ou 50 ; et ajoutons à cela que l'état pathologique peut en introduire encore un certain nombre d'autres.

S'il ne s'agissait que de déterminer le nombre et la nature des éléments simples, les analyses aisées à faire seraient facilement complètes. Mais que nous apprendrait une analyse pareille?

Les métamorphoses chimiques subies par les matériaux de l'organisme ne se passent pas d'élément à élément simple. Ces éléments simples se groupent chez les êtres organisés ; ils constituent des substances complexes toujours semblables à elles-mêmes, jouissant de propriétés toujours les mêmes. C'est entre ces éléments complexes que se passent les réactions; et ce sont ces réactions que nous devons tenter de découvrir. Nous borner à faire l'analyse élémentaire des matériaux de l'organisme nous éloignerait donc de l'esprit de ces phénomènes chimiques.

Malgré toutes les difficultés de l'analyse, les chimistes sont parvenus à extraire des êtres organisés un nombre très-considérable de principes immédiats. Ce nombre se restreint de beaucoup quand on ne considère que les produits immédiats animaux, et enfin il devient encore plus petit lorsqu'on les considère seulement chez l'homme.

Si l'on compare entre eux ces divers principes immédiats au point de vue du rôle organique qu'ils remplissent dans l'économie, on peut les diviser en trois classes, comme l'indiquent MM. Ch. Robin et Verdeil dans leur Traité de chimie anatomique, etc. (p. 296), et Ch. Robin (Tableaux d'anatomie).

1re Classe. — Principes cristallisables inorganiques communs aux corps bruts et aux corps vivants. (Comparaison entre la composition de l'être et celle du milieu auquel il emprunte et dans lequel il rejette.) Ces principes sont une condition d'existence et d'activité des autres principes immédiats ; ils jouent par rapport à eux le rôle rempli par le milieu à l'égard du corps entier ; ils sont tout à la fois empruntés et rejetés dans le milieu ambiant.

1. Oxygène.
2. Hydrogène.
3. Azote.
4. Acide carbonique.
5. Hydrogène proto-carboné.
6. Hydrogène sulfuré.
7. Eau.
8. Chlorure de sodium.
9. Chlorure de potassium.
10. Chlorhydrate d'ammoniaque.
11. Carbonate d'ammoniaque.
12. Bi-carbonate d'ammoniaque.
13. Carbonate de magnésie.
14. Carbonate de potasse.
15. Bi-carbonate de potasse.
16. Carbonate de soude.
17. Bi-carbonate de soude.
18. Sulfate de potasse.
19. Sulfate de soude.

20. Sulfate de chaux.
21. Phosphate neutre de soude.
22. Phosphate acide de soude.
23. Phosphate de potasse.
24. Phosphate basique de chaux.
25. Phosphate acide de chaux.
26. Phosphate de magnésie.
27. Phosphate ammoniaco-magnésien.

2e Classe. — Principes cristallisables organiques ne se trouvant que dans le règne organique ; propres aux êtres vivants. (Par leur comparaison aux principes de la 1re classe, se complète le parallèle entre la composition des êtres vivants et celle des milieux, et spécialement entre celle des végétaux et des animaux.) Ils sont rejetés au dehors, et leur séjour permanent devient nuisible; ils sont des produits en général excrémentitiels, dérivant des principes de la 3e classe ou substance organique; ils résultent de phénomènes de composition et de décomposition que présentent ceux-ci et qu'eux-mêmes cessent de présenter dès qu'ils sont formés.

1. Acide lactique.
2. Lactate de potasse.
3. Lactate de soude.
4. Lactate de chaux.
5. Acétate de soude.
6. Acide urique.
7. Urate de potasse.

8. Urate de soude.
9. Urate de chaux.
10. Urate d'ammoniaque.
11. Urate de magnésie.
12. Oxalate de chaux.
13. Acide hippurique.
14. Hippurate de chaux.
15. Hippurate de soude.
16. Hippurate de potasse.
17. Inosate de potasse.
18. Choléate de soude.
19. Hyocholinate de soude.
20. Glycocholate de soude.
21. Urée.
22. Allantoïdine.
23. Cystine.
24. Leucine.
25. Créatine.
26. Créatinine.
27. Acide pneumique.
28. Pneumate de soude.
29. Acide stéarique.
30. Acide margarique.
31. Acide oléique.
32. Sels de soude ou de potasse des acides gras.
33. Cholestérine.
34. Séroline.

35. Oléine
36. Margarine
37. Stéarine
} formant le suif et les huiles par mélange.

38. Stéarérine (suint de mouton).
39. Élaiérine *id.* (Chevreul.)
40. Phocénine.
41. Cétine.
42. Butyrine.
43. Hircine.
44. Sucre du foie.
45. Sucre de lait.
46. Sudorate de soude.

3e Classe. — Substances organiques ou principes immédiats non cristallisables, non volatils sans décomposition, propres aux êtres vivants, sans analogies avec les corps minéraux. Ils sont généralement décomposables chimiquement en principes cristallisables de la deuxième classe. Ils constituent essentiellement, pour la plupart, les tissus et quelques humeurs. (C'est par leur comparaison avec les aliments de chaque être, les principes ci-dessus et la composition des autres animaux, que se complète la comparaison entre la composition de l'être étudié et celle des corps au milieu desquels il vit.)

1. Fibrine.
2. Albumine.
3. Globuline.

4. Albuminose.
5. Calcine.
6. Musculine.
7. Élasticine.
8. Ostéine ou osséine.
9. Cartilagéine.
10. Kératine.
11. Pancréatine.
12. Mucosine (variétés nombreuses).
13. Hématine.

Une substance alimentaire quelconque doit contenir l'un des principes immédiats de la troisième et de la première classe. Introduite dans l'organisme, elle y subit des transformations qui la ramènent à l'état de principe de la première et de la seconde classe. C'est sous cette forme que l'organisme la rejette au dehors. Nous ne pouvons pas suivre pas à pas toutes ces transformations pour arracher ses procédés à la nature ; nous ne pouvons que comparer le produit définitif à la substance première ; et, en soumettant celle-ci, dans nos laboratoires, à l'action de nos réactifs, chercher à obtenir ce résultat final. Jusque-là, la matière subira un certain nombre de transformations ; et lorsque, partant du même corps, nous arriverons au même principe immédiat, nous dirons que, sans employer peut-être les mêmes procédés que nous, la nature suit une voie analogue. Je m'explique. Supposons qu'un homme avale de

l'urate d'ammoniaque : l'examen de ses urines démontre qu'il s'est produit chez lui une grande quantité d'acide oxalique. D'où dérive cet acide oxalique? dérive-t-il de l'urate lui-même, ou bien celui-ci a-t-il simplement, par sa présence, provoqué dans l'organisation une disposition particulière à former l'acide oxalique? Dans les laboratoires, l'acide urique, soumis à des actions oxydantes, se transforme en urée et en acide oxalique. Nous en concluons que, par une action oxydante (*voie analogue*), elle a produit le même résultat que nous. Mais la nature a pu fixer sur l'urate une portion de l'oxygène charrié par le sang (*même procédé, oxydation directe*); ou bien elle a pu obtenir le même résultat par une métamorphose du genre de celles que nous appelons catalytiques (*procédé différent*).

Les substances organiques peuvent être classées en partant de plusieurs principes. Ainsi on peut fonder cette classification sur la complexité de ces matières : de cette manière, les substances constituent une échelle, et les échelons occupés par une matière donnée sont d'autant plus élevés que la substance est plus riche en carbone. Au sommet on voit ces matériaux, de constitution excessivement compliquée, très-riches en carbone et qui servent d'aliment aux animaux : tels sont l'albumine, la caséine, etc. Au bas l'on rencontre des substances de composition très-simple, au contraire ; et au dehors de cet

échelon se trouvent ces substances minérales qui vont servir aux végétaux à créer de nouveau les substances du sommet : tels sont l'eau, l'acide carbonique, l'ammoniaque. Nous pouvons successivement parcourir cette échelle de haut en bas et de bas en haut aussi ; mais les progrès de la science ne nous permettent encore , dans ce dernier sens, qu'une marche excessivement limitée. Partant d'un échelon quelconque, nous pouvons descendre en enlevant par voie d'oxydation directe, aux substances de cet échelon, une portion plus ou moins grande de ses éléments simples, ou bien en scindant le tout en deux ou plusieurs autres corps complexes, mais plus simples que le corps origine. Quel que soit le procédé, le résultat est le même dans les deux cas. C'est parce que ces transformations se font plus généralement par oxydation que cette échelle est appelée échelle de combustion. Ce que le chimiste fait l'animal le fait aussi. Empruntant au dehors, sous forme d'aliments, les substances les plus complexes, il les transforme, par des dégradations successives, en ces matières organiques produits ultimes de nos combustions et si voisines des produits minéraux. L'animal emploie des procédés à lui ; mais parce qu'il obtient ce que nous obtenons par combustion, nous disons que l'animal est un appareil comburant. Depuis le moment où il entre jusqu'à celui où il sort, l'aliment éprouve des transformations continues, et chacun des pro-

duits fait partie d'une sécrétion. L'aliment protéique devient urée, l'aliment amylacé devient eau, acide carbonique, mais par des transitions ménagées.

Tous les termes de l'échelle de combustion ne peuvent pas servir d'aliments : à mesure que l'organisme la descend, il atteint des produits qui lui deviennent inutiles ; il doit les rejeter.

Nous ne connaissons pas tous les termes succesifs correspondant à ces métamorphoses ; mais je ne sais trop jusqu'à quel point nous ne pouvons pas considérer comme tels chacun de ces produits caractérisant une sécrétion. L'indécision naît dans mon esprit quand je considère les sécrétions de la lymphe, du foie, de la sueur, de l'urine et l'exhalation pulmonaire. Les données que nous possédons ne nous permettent pas de résoudre la question ; mais peut-être trouverons-nous, dans la science, des faits assez nombreux pour arriver à quelque probabilité.

Soit donné un groupe de sécrétions : il est bien évident que, s'il est démontré que ces sécrétions jouent le même rôle ou un rôle analogue, notre esprit sera porté à admettre que les substances qu'elles renferment sont des substances analogues. Si nous avions deux foies, si les deux biles jouissaient des mêmes propriétés, nous dirions que ces biles sont identiques ; et si l'analyse nous démontrait leur dissemblance, nous dirions qu'elles sont analogues, homologues, équivalentes. Réciproquement, si les réactions chimiques nous dé-

montraient, chez ces deux biles, des propriétés analogues, homologues, équivalentes, nous dirions que ces sécrétions sont elles-mêmes équivalentes.

Les sécrétions des reins, de la peau et du poumon sont des sécrétions qui ont un même but : cela est hors de contestation. Leur but est d'éliminer des matériaux qui ne sont plus assimilables ; leur rôle est essentiel. C'est un cas pathologique celui où l'une d'elles est supprimée. Appelons, dès lors, l'analyse à notre aide pour déterminer l'espèce des produits éliminés : si, comme c'est notre droit, nous prenons pour positifs les enseignements de la nature, peut-être parviendrons-nous ainsi à fixer la limite inférieure des matières assimilables. Cette limite étant fixée, puisque nous savons que ces matières éliminables proviennent des aliments, nous pourrons préjuger des métamorphoses que ces aliments ont dû subir, ou préjuger, du moins, la qualité de ces métamorphoses ; et si, pénétrant ensuite dans l'organisme, nous trouvons un des termes de ces métamorphoses formant le produit d'un groupe de sécrétions, ne serons-nous pas, par cela même, autorisés à dire que nous connaissons le rôle, la fonction de ce second groupe d'organes sécréteurs? ne serons-nous pas autorisés à dire que l'étude chimique du premier groupe de sécrétions éclaire les fonctions du second, et nous fait concevoir leur

mutuelle dépendance comme un fait nécessaire, comme une loi de l'organisme ?

A l'état normal, l'urine contient de l'eau, des sels, de l'urée, de la créatine, de la créatinine, de l'acide urique ou des urates, des traces de lactates, de matières grasses comptant pour telles l'extrait éthéré de l'urine.

La sueur renferme des sels minéraux, des lactates, des sudorates alcalins, de l'urée (1), etc.

Les produits de l'excrétion respiratoire sont l'eau, l'acide carbonique, l'azote, des traces d'hydrogène protocarboné.

Leur nom seul indique que les produits de l'exhalation pulmonaire sont placés au-dessous du premier échelon : ce sont en quelque sorte des matières minérales.

Si nous cherchons à placer sur l'un des échelons les matériaux éliminés par l'urine (et il ne faut parler ici que des matériaux caractéristiques de l'urine), nous n'en trouvons aucun au-dessus du premier échelon ; et les raisons abondent (2).

---

(1) Favre. Archives générales de médecine ; 1853, t. II, p. 17.

(2) J'ai dit plus haut que chaque substance était placée à un échelon d'autant plus élevé qu'elle était plus riche en carbone. A ce compte, l'acide urique appartiendrait au cinquième échelon. Il n'en est pas ainsi pourtant. Je

L'urée est du cyanate d'ammoniaque, c'est-à-dire une combinaison d'acide cyanique et d'ammoniaque. On l'obtient par union directe, et elle se décompose comme le cyanate d'ammoniaque.

L'acide urique appartient encore au premier échelon, non par la composition élémentaire, mais par l'ensemble de ses propriétés. Ainsi l'acide urique se dédouble en urée, en acide oxalique et en plusieurs autres produits tels que l'alloxane, l'allantoïne qui tous appartiennent au premier échelon au même titre que l'acide urique.

L'acide oxalique appartient encore à cet échelon : ainsi l'acide oxalique donne de l'acide formique, et réciproquement.

Nous pourrions faire les mêmes raisonnements sur la créatine, la créatinine.....

Les matières de la sueur sont l'urée, l'acide lactique et l'acide sudorique, peut-être aussi quelques acides volatils odorants, tels que l'acide valérianique, ca-

---

ne puis développer tous les emprunts que je fais ; mais, pour ce qui concerne ce classement, je dirai qu'il n'est pas nécessaire que chaque terme qui repose sur un échelon présente le même nombre d'atomes de carbone. Cette condition n'est exigée que pour un d'entre eux, qui est le principal et qui doit être considéré comme le type autour duquel tous les autres se groupent, et qui imprime un caractère commun à tous ces termes.

proïque, si l'on devait s'en tenir à quelques indications qu'on trouve dans les mémoires. L'acide lactique est placé à un échelon supérieur : il appartient au deuxième.

L'urée, que nous retrouvons dans la sueur, appartient au premier échelon, l'acide lactique au deuxième. Le rang auquel il faut placer l'acide sudorique nous est inconnu; mais si, avec M. Favre (1) qui l'a découvert et en a analysé le sel d'argent, on remarque que sa formule renferme le même carbone que celles de l'acide urique, de l'acide xanthique, de l'acide inosique, on est conduit à soupçonner certains liens de constitution entre ces corps et l'acide sudorique.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons dire que la sueur élimine des produits de métamorphoses moins avancées que celles qui fournissent les produits de l'urine, et que l'exhalation pulmonaire rejette au dehors les produits d'une métamorphose complète.

Ces trois voies d'élimination nous indiquent donc que l'organisme ne métamorphose les aliments que par des dégradations successives; et si à chacun de ces trois termes correspond un appareil particulier, comment dans l'intérieur n'en existerait-il pas correspondant aux termes supérieurs ?

---

(1) *Loc. cit.*, 12; et Gerhardt, suite à la Chimie de Berzelius, § 2103.

Le premier organe sécréteur que nous trouvons dans l'organisme, c'est le foie. Les fonctions de cet organe sont difficiles à analyser, et d'autant plus que ces fonctions se compliquent du voisinage d'un organe dont le rôle nous est encore inconnu : je veux parler de la rate. Tout ce qu'on sait de plus positif, c'est que les matériaux lui sont apportés par la veine porte, et que, des produits de l'élaboration qu'il leur fait subir, une partie est mise en réserve et constitue la bile, et l'autre partie est entraînée dans le torrent circulatoire par les veines hépatiques.

La bile est une sécrétion dont le rôle physiologique est absolument inconnu. On ne saurait le borner à celui de dissoudre les aliments qui n'ont été que ramollis dans l'estomac par le suc gastrique. La bile est réabsorbée; et, sauf quelques traces de matériaux, cette sécrétion repasse tout entière dans l'économie.

Les travaux exécutés sur la bile sont très-nombreux. Dans ces derniers temps, M. Strecker a publié des recherches bien dirigées et qui ont singulièrement élucidé cette question. Les travaux antérieurs sont difficiles à analyser. Les substances que l'on avait considérées comme des principes immédiats de la bile n'étaient rien moins que simples, et les noms donnés à des matières souvent presque identiques variaient suivant les auteurs. Les recherches de M. Strecker s'adressent à la bile du bœuf. Bien

qu'il n'y ait pas peut-être identité complète, cependant on peut se croire autorisé à appliquer à l'une ce que l'on dit de l'autre. D'abord on s'est assuré que la bile humaine contient parmi ses éléments ceux qu'on rencontre dans celle du bœuf; en second lieu, M. Strecker a trouvé les plus complètes analogies entre la bile du porc et la bile du bœuf. Par tous ces motifs, on peut bien admettre les mêmes analogies ontre la bile du bœuf et celle de l'homme. D'après ces travaux, la bile peut être considérée comme formée par de la matière colorante, de la cholestérine et des sels de soude, le taurocholate ou choléate de soude et le cholate de cette base. Les études physiologiques n'ont pu faire découvrir le rôle de la bile : ce rôle est même tellement peu connu, que quelques auteurs l'ont considéré comme absolument inutile (1). La disposition anatomique du canal cholédoque, la disparition subite de l'humeur indiquent pourtant, d'une manière évidente, que sa présence est essentielle. La nature des propriétés chimiques des composés qu'elle contient corrobore ces indications. L'acide taurocholique ou choléique se dédouble en un corps, l'acide cholalique dont nous ne connaissons pas la situation sur l'échelle de combustion, et en une autre substance, la taurine. Celle-ci a pu, dans ces derniers temps, être obtenue artificiellement : c'est

(1) Blondlot.

une amide iséthionique (iséthionate d'ammoniaque moins un équivalent d'eau). Or, l'acide iséthionique est, par son origine, lié à la classe des alcools; par conséquent, nous trouvons dans la bile un corps offrant quelques connexions avec l'une de ces substances que l'on nomme aliments combustibles.

L'acide cholique se scinde lui aussi en ce même acide cholalique et en glycocolle ou sucre de gélatine. Or, le sucre de gélatine, par sa décomposition, son homologie, appartient aussi, au même titre que la taurine, à la classe des combustibles. Un jour peut-être parviendra-t-on à faire rentrer l'acide cholalique dans la même classe. Aujourd'hui on sait que cet acide se transforme en acides ou autres substances tout aussi difficiles à sérier que lui.

Quoi qu'il en soit, à cause des termes de leur décomposition et dont la position sur l'échelle nous est connue, nous pouvons ranger les acides de la bile parmi les éléments combustibles, au même titre que les sucres, les fécules, les matières grasses.

La sécrétion biliaire n'est pas complètement éclairée, sans doute. Quoi qu'il en soit, la composition, les propriétés chimiques des substances qu'elle contient nous indiquent qu'elle a pour but entre autres de préparer des corps susceptibles d'éprouver ces transformations secondaires que l'on sous-entend quand on parle de combustion pulmonaire. Nous trouvons dans la bile une abondante accumulation

d'alcalis, car la bile est essentiellement formée de sels alcalins; et, de plus, nous trouvons que le foie fait choix parmi les alcalis que le sang lui apporte. En effet, les sels de la bile sont des sels de soude. Les matières organiques, difficiles à brûler, brûlent, au contraire, très-facilement quand elles sont mêlées d'alcalis. Quand on réfléchit que le produit de la sécrétion biliaire est très-riche en alcali, on ne saurait se refuser de voir dans ce fait une raison de plus pour croire que la sécrétion biliaire se produit dans le sens que je viens d'indiquer.

Le rôle de la matière colorante nous est inconnu (1); celui de la cholestérine ne l'est pas moins. Au reste, cette dernière substance n'est pas spéciale au foie; les lieux et les liquides de l'économie où on la rencontre, soit à l'état physiologique, soit à l'état pathologique, sont extrêmement nombreux.

M. Claude Bernard a institué des expériences dans le but de démontrer que le foie avait encore pour mission de produire du glucose. Selon ce physiologiste, c'est au foie qu'est exclusivement dévolue cette fonction. Ses essais ont été confirmés par d'autres expérimentateurs, et par M. Lehmann en particulier. Il y a quelque temps, des contestations se sont élevées (2), et aujourd'hui la fabrication du glucose

---

(1) Voir la Note, à la fin de la thèse.

(2) Figuier. C.-R. des séances de l'Ac. des sciences.

par le foie est en pleine discussion. Comme je n'ai point d'éléments particuliers à apporter, la position litigieuse de la question m'oblige à passer outre (1).

D'autres rôles ont été attribués au foie. Ainsi le foie enlève de la graisse au sang; il reforme les globules (2) que la rate a détruits (3); une quantité remarquable d'albumine disparaît dans le foie; la fibrine disparaît aussi; le sang de la *veine porte* renferme de la fibrine, et celui des veines hépatiques n'en contient pas; le foie enlève du fer au sang. Il résulte de ce dernier fait que « l'hématine du sang disparaît en partie dans le foie, et contribue probablement à la formation de la matière colorante de la bile, ce que prouverait encore la complète analogie de la bilifulvine et de l'hématoïdine, ainsi que vient de le montrer un de mes élèves (4). »

De ce qui précède il résulte que le foie a principalement pour mission de mettre les divers matériaux que le sang charrie, à divers titres, dans des conditions telles qu'ils subiront plus facilement les effets de la respiration pulmonaire; ce qui est une raison de plus pour établir entre le foie et le poumon

---

(1) Voir la Note, à la fin de la thèse.
(2) Lehmann.
(3) Béclard.
(4) Lehmann. C.-R. de l'Ac. des sciences; 1855. 12 Mars.

ces relations déjà révélées par des considérations d'un autre ordre.

Il existe dans l'organisme un autre produit de sécrétion que je dois mentionner : je veux parler de la lymphe. Tout ce que nous savons de plus positif sur cette humeur nous a été révélé par M. Bouisson. On trouve, dans son mémoire, une étude aussi complète que la difficulté du sujet permet de le faire (1). La lymphe y est présentée comme formée par *une contribution immédiate du sang et une résorption de la substance organique*, et comme « le moyen par lequel des matériaux enlevés à la structure matérielle des corps, dans le tourbillon nutritif, lui sont rendus avec des propriétés nouvelles qui les réintègrent dans leur première exactitude réparatrice (2). » La lymphe renferme de la fibrine, et, sous ce rapport, elle est quelquefois plus riche que le sang. Sa présence devient surtout évidente après les ganglions lymphatiques.

La lymphe du chien renferme	4,2 pour 1000	
——————— cheval	3	Reuss et Emmert.
——————— *id.*	2,75	Tiedemann et Gmelin.
——————— *id.*	3,3	Leuret et Lassaigne.
——— de l'homme	5,2	Marchand et Colberg.

(1) Bouisson. Journ. de la Soc. de méd. prat. de Montpellier. 1845. T. X, p. 200 et 346. — T. XI, p. 85 et 245.

(2) T. X, p. 366.

Nous voyons l'organisme produire une série de métamorphoses aboutissant à des résultats semblables à ceux que nous obtenons par oxydation directe. Dans l'économie, ce dernier procédé n'est point suivi; chez elle, les diverses matières sont le résultat d'opérations particulières que nous appelons catalyses, fermentations. *In vitro* nous obtenons de l'acide butyrique en oxydant une matière grasse par l'acide azotique; nous obtenons encore le même produit en faisant fermenter le sucre dans des conditions spéciales. C'est cette dernière méthode que l'organisme emploie.

Un phénomène catalytique ne se développe qu'en présence d'un corps catalytique, d'un ferment. Dans l'être vivant, ce rôle paraît dévolu à certaines matières animales de nature indéterminée et qu'on retrouve dans toutes les humeurs.

Ces métamorphoses catalytiques sont surtout évidentes dans le trajet du tube digestif, et là nous trouvons des appareils spéciaux destinés à sécréter des corps catalytiques dont la nature varie en chaque point du tube où les métamorphoses doivent subir des changements. Ces liquides sont les salives, le suc gastrique, le suc pancréatique, le suc intestinal.

Ces sécrétions diverses ont pour but commun de préparer l'aliment à l'absorption ; mais chacune

d'elles apporte une part spéciale au travail général; aussi sa composition varie-t-elle.

M. Claude Bernard a montré que la salive était un mélange dans lequel on pouvait reconnaître trois salives possédant des fonctions et des caractères bien distincts. Les parotides fournissent une salive l'impide, fluide, destinée à aider au ramollissement de l'aliment. Les glandes sublinguales fournissent une salive gluante, appelée à faciliter le glissement du bol alimentaire, et les sous-maxillaires une salive destinée à présider à la gustation.

La salive buccale jouit de la propriété de transformer les aliments féculents en dextrine et puis en glucose. La salive parotidienne et la salive de la glande sous-maxillaire sont incapables de produire ce résultat. Cette propriété appartient à la salive mixte. Elle la doit à la présence d'une matière animale analogue à la diastase, qu'on a appelée *diastase salivaire*, et qui est un produit de décomposition de mucosités sécrétées dans la bouche. Elle agit comme ferment.

Le suc gastrique doit ses propriétés acides à de l'acide lactique; il contient encore un produit de décomposition des mucosités sécrétées par la muqueuse de l'estomac, que l'on appelle *pepsine*, *chymosine gastérase* : c'est encore un analogue de la diastase. Le suc gastrique, comme on le sait, a pour but de désagréger les matières albuminoïdes.

L'importance du suc gastrique et son action sur les aliments de toute classe nous ont été révélées par M. Cl. Bernard. Ce physiologiste nous a appris que l'action du suc gastrique était indispensable à l'assimilation. Du sucre de canne, de l'albumine injectés seuls dans le système circulatoire, se retrouvent en nature dans les urines : il n'en est plus ainsi quand on les a préalablement mêlés de suc gastrique. Il y a plus : ces injections du suc gastrique mêlé à diverses substances seront désormais pour nous un moyen sûr de décider de la valeur alimentaire de cette substance. Les expériences de M. Cl. Bernard nous montrent, en effet, que la gélatine, par exemple, se retrouve en nature dans l'urine, qu'elle ait été ou non mélangée de suc gastrique : par là nous savons que la question des qualités nutritives de cette substance, qui a tant agité les physiologistes, est décidément aujourd'hui résolue par la négative.

Le suc pancréatique alcalin contient encore un principe analogue aux précédents et, comme eux, produit par une altération de matières animales particulières. Il a pour but d'émulsionner les huiles; et non-seulement il peut les émulsionner, mais son action va jusqu'à les séparer en acides gras et glycérine (1). Nous voyons se développer là une

(1) Cl. Bernard.

action semblable à celle qui a lieu dans le rancissement des graines oléagineuses. Dernièrement M. Pelouze (1) a montré avec quelle facilité les huiles contenues dans les graines oléagineuses s'altéraient quand on les plaçait dans les conditions d'une fermentation : la matière albumineuse des graines sert de ferment.

Les matières animales contenues dans ces liquides du tube digestif possèdent une propriété commune; elles jouent le rôle de ferment. Chacune de ces sécrétions a un rôle particulier ; on peut en dire autant de chaque salive.

A vrai dire, chacun de ces ferments, chacune de ces matières albumineuses sont différents ; mais il serait bien difficile d'établir ces différences sur des caractères bien nettement tranchés. De toutes ces matières, celle qui paraît posséder des propriétés plus particulières est aussi celle qui semble jouer un rôle plus spécial, plus complet que les autres : c'est la pancréatine. La pancréatine, en effet, comme la matière de la salive et celle du suc gastrique, est capable de provoquer la catalyse des amylacés et la désagrégation des matières albuminoïdes.

La pancréatine se laisse fixer par le sulfate de magnésie en poudre, et c'est la seule substance organique qui se colore en rouge par le chlore

---

(1) C.-Rendus de l'Ac. des sc. 19 Mars 1855.

Cl. Bernard). A part cette réaction spéciale de la pancréatine, les sucs du tube digestif, ou plutôt les ferments qu'ils contiennent, possèdent la propriété de tous les ferments ordinaires pris en dehors de l'organisme (celui des amandes amères, celui de la moutarde, la diastase, etc...), de n'être pas précipités par le sous-acétate de plomb, d'être précipitables par l'alcool, etc.

La chimie n'a pu jusqu'ici fournir que très-peu de lumières à l'étude des autres sécrétions normales ou pathologiques : sperme, sérosités, synovies, mucus, liquides des kystes, des hydropisies, etc. Elle n'a pu qu'en faire l'analyse et constater divers matériaux : sels, albumine, mucosines, fibrines plus ou moins plastiques, caséine, sucre, allantoïne, acide urique, etc., etc.

Vouloir lui demander plus dans l'état actuel, ce serait la mettre dans l'impossibilité de répondre. Dans l'état actuel de la science, il est vrai de dire que le plus souvent, dans l'étude des matières de l'organisme, l'analyse chimique n'a d'autre but que de distinguer les corps, et c'est tout ce qu'on peut lui demander.

Dans les applications de la chimie à l'étude des sécrétions, l'analyse, qu'on en soit bien convaincu, a pour but moins de distinguer la nature des corps que de déterminer les limites physiologiques dans lesquelles sont comprises les variations de tout ordre

que ces corps peuvent subir. Il n'en saurait être autrement tant sont nombreuses les causes qui influent sur la composition physiologique de ces humeurs.

D'abord rien ne nous prouve qu'une sécrétion soit la même sur tous les points de l'organe sécréteur ; en second lieu, sur quelques-uns de ces points, elle peut se mélanger avec certaines autres sécrétions, et, croyant avoir à examiner une humeur simple, nous n'analysons qu'une substance mixte Nous savons que la bile cystique et la bile hépatique n'ont pas le même aspect (1). Nous savons aussi que les caractères de la sueur varient suivant le lieu où on la recueille. « Ainsi la sueur est acide, mais il n'est pas exact de dire qu'elle soit acide partout et sur tous les points du corps ; elle est, au contraire, alcaline en quelques endroits, tels qu'au creux des aisselles, autour des parties génitales et entre les orteils. Dans les points, en un mot, où la sueur est particulièrement odorante, elle ramène au bleu le papier de tournesol rougi. C'est peut-être à son mélange avec le produit de sécrétion des follicules existant dans ces parties que la sueur doit ses propriétés (2). » Un cas semblable se présente dans la salive buccale.

---

(1) Bouisson.

(2) Donné. Cours de micrographie.

Les conditions physiologiques altèrent encore les produits de sécrétion. Chez un herbivore, la bile est alcaline, l'urine est alcaline et contient du carbonate de chaux; si le régime vient à changer, si l'animal est soumis au régime carnivore, la bile devient acide; l'urine devient acide et limpide (1).

Si nous considérons les sécrétions au point de vue de l'individu, nous trouvons qu'elles sont le produit de fonctions vitales dont le but est de régulariser le double mouvement de composition et de décomposition qui caractérise l'acte nutritif. Le principe de leur formation résidant dans une impulsion vitale, il est facile de prévoir combien leur nature et leur composition peuvent varier. L'anatomie, en nous décrivant les organes chargés de les produire et les voies qu'elles doivent parcourir, ne nous éclaire point sur leur origine, sur leur diversité; mais, en nous montrant les canaux dans lesquels elles circulent, l'anatomie peut nous éclairer sur le rôle qu'elles ont à remplir. Ainsi le cours de la bile, celui de la lymphe nous indiquent que ces humeurs ne sont pas destinées à être immédiatement rejetées.

La physique, incapable de prendre une sécrétion

---

(1) Cl. Bernard.

à son origine, de nous faire prévoir sa fin, ne nous rend compte que de son état présent. Les secours qu'elle nous fournit consistent principalement en procédés anatomiques que nous trouvons dans l'emploi du microscope et l'application des théories de la polarisation.

Au premier coup d'œil, nous sommes amenés à penser que le rôle de la chimie n'est pas plus étendu que celui de la physique. En effet, nous ne voyons d'abord, dans l'analyse d'une sécrétion, qu'un moyen de connaître la nature des substances qui la composent. S'il se bornait là, ce rôle serait encore de la plus haute importance. Nous pourrions, par cette dissection chimique, apprécier les modifications que subissent les sécrétions; les poursuivre dans leur cours normal, dans leurs aberrations; assurer un diagnostic; établir un traitement, etc., etc. Mais la chimie va plus loin. Pour cette science, chaque corps a une origine, un état présent, un avenir; et, pour elle, ces trois périodes sont unies par des liens si étroits, qu'elle peut de l'une d'elles remonter ou descendre jusqu'à l'autre. Saisir une sécrétion à sa source, nous montrer par quelle série de phénomènes elle dérive de la substance mère, par quelle succession de métamorphoses elle s'échappe du corps, et déduire de là le rôle qu'elle remplit dans l'économie, tel est le programme que la chimie se propose de remplir. Elle nous a indiqué le rôle essen-

tiellement excréteur de la sueur et de l'urine ; elle nous a indiqué le sens des fonctions du foie ; elle nous fait connaître le pourquoi des sécrétions principales du tube digestif. Elle ne nous a donné aujourd'hui qu'une solution incomplète ; mais, par ce qu'elle a fait, espérons que sa marche progressive lui permettra un jour de fournir au médecin, sur les phénomènes de la vie, toutes les lumières qu'il est en droit d'exiger d'elle, car, pour une bonne partie du moins, ils sont essentiellement de son domaine.

La plus légère observation nous montre, en effet, que, chez l'animal, ou plutôt chez les êtres organisés, la vie nous offre une longue évolution de phénomènes chimiques. Dès que cet être organisé, dont l'origine primitive nous est et nous sera probablement à tout jamais inconnue, a reçu l'influence des conditions fécondantes qui appartiennent à son espèce, tout, chez lui, devient phénomène chimique. Il grandit, il se développe ; il fournit une période d'état dont les limites immuables sont fixées par la nature. Par des dégradations successives, il perd du développement qu'il avait acquis ; la vie s'éteint, le cadavre se dissocie peu à peu, et, bientôt, de cette conglomération de matière il ne reste plus rien de visible, rien de tangible : tout paraît rentrer dans le néant. L'être est fecondé, il se développe, il accroît sa masse ; mais il ne le fait qu'en puisant des

matériaux au dehors de lui. Ces matériaux, il les façonnera, il les combinera avec sa propre substance; ils seront métamorphosés. La période d'état, ou plutôt la vie dans toutes ses périodes, n'est maintenue qu'à la condition de phénomènes chimiques incessants : ces phénomènes se poursuivent encore dans la période de déclin, et la dissociation du cadavre est une métamorphose chimique. La chimie est seule appelée à nous faire connaître le comment de la vie; et telle est sa puissance que seule elle nous donnera la certitude qu'après la dissociation du cadavre rien ne rentre dans le néant.

Il y a donc une chimie de la matière vivante. Est-elle différente de la chimie de la matière morte que l'on appelle chimie minérale, chimie organique ? non. Ces trois distinctions sont les trois chapitres d'une même science.

Il n'existe qu'une seule physique, une seule mécanique, une seule chimie : la physique, la chimie, la mécanique de la matière. Ce ne peut être que sur un examen superficiel qu'est fondée la distinction de chimie de la matière vivante et chimie de la matière morte.

Prenons une substance, portion quelconque du corps vivant; quelle qu'elle soit, en définitive, elle nous fournira ces formes particulières par lesquelles la matière se révèle à nous sous les noms de carbone, d'hydrogène, d'azote, d'oxygène. Analysons main-

tenant ces substances minérales que l'être organisé s'est appropriées. L'analyse nous fournit les mêmes formes de matière. La nature de la matière ne change donc pas, quelle que soit d'ailleurs la substance à la composition de laquelle elle concourt, substance morte ou substance vivante. Or, la matière est essentiellement inerte; elle ne peut donc produire que des corps aussi essentiellement inertes.

Nous concluons de là que les matériaux qui composent les êtres organisés sont des matériaux morts, inertes : bien plus, cette inertie est une condition nécessaire de la vie. La vie n'est compatible qu'avec elle.

Les diverses substances possèdent chacune des tendances, des propriétés spéciales. Quand les conditions où nous les appelons à se manifester sont les mêmes, ces tendances sont identiques. Il n'en est plus de même lorsque l'une des conditions varie. Il nous paraît alors quelquefois qu'une propriété est masquée; quelquefois il nous semble que le corps a pris des propriétés nouvelles. Ainsi, quand l'acide arsénieux se combine à la potasse; quand, d'un autre côté, ce même acide arsénieux entre en combinaisòn pour faire l'émétique arsénique; lorsque l'alumine forme de l'alun, et, d'autre part, quand cette même substance forme du spinelle; nous voyons ces corps jouir, dans ces deux cas, de propriétés antagonistes : c'est un acide d'un côté, une base de

l'autre. Mais le composé arsenical acide, ce même corps basique ne possède-t-il pas toujours la même propriété d'être précipité par l'hydrogène sulfuré ?

Supposons que nous mettions un corps en mouvement et que nous l'abandonnions à lui-même; il se mouvra jusqu'à ce que les résistances que lui oppose le milieu détruisent l'action de la force impulsive; et quand l'expérience sera faite dans les mêmes conditions, la durée du mouvement sera toujours la même. Lorsqu'une masse de cuivre animée d'un mouvement rapide s'arrête subitement entre les deux pôles d'un aimant de Rumkorff, quand cet arrêt finit subitement la durée du mouvement, cette masse de cuivre a-t-elle perdu pour cela la propriété d'obéir aux impulsions des forces mécaniques? non, elle s'arrête précisément parce qu'elle y obéit.

Dans aucun cas, un corps ne peut perdre une seule de ses propriétés, il est incapable d'en acquérir de nouvelles. Les diverses conditions où nous les placerons permettent à quelques-unes d'acquérir de la prépondérance sur telles autres. Celles-ci deviennent latentes. Mais rendre une propriété latente est-ce la détruire ?

Les substances qui entrent dans la composition d'un être organisé possèdent toujours les mêmes propriétés qu'ils nous ont manifestées hors de cet organisme. L'albumine se coagule par la chaleur : qu'on mette un membre d'un animal vivant dans

l'eau bouillante, l'albumine du sang qui circulait dans ce membre sera coagulée. On dira peut-être que cette albumine se coagule parce que la vie s'éteint d'abord : ceci devient une question de priorité sans conséquence.

On se complaît à se dire que, dans le corps vivant, la vie réduisant à néant les propriétés ordinaires des corps , leur en communique de nouvelles ; mais cette opinion n'est rien moins que profondément enracinée dans l'esprit ; on n'en est rien moins que convaincu. On a vu un courant électrique, du chlorure de fer coaguler l'albumine de l'œuf ; on savait que, dans le sang, il y a une substance qui jouit de propriétés semblables à celles de l'albumine de l'œuf : sans s'inquiéter de l'identité ou de la dissemblance de ces deux albumines ; sans s'arrêter à cette pensée que peut-être les forces vitales ont changé les propriétés de l'albumine ; lorsque les cas l'ont exigé, on a pratiqué l'électropuncture, on a injecté du chlorure de fer, et le succès a couronné l'œuvre.

Les matériaux de l'organisme qui concourent pour leur part à la manifestation des phénomènes de la vie conservent au-dedans les propriétés du dehors. Tout ce qui nous semble nouveau n'est qu'apparent. Tout changement survenu à l'intérieur tient uniquement à ce que les matériaux sont multiples. Ils sont dissous les uns dans les autres,

combinés les uns avec les autres : c'est de là et uniquement de là que vient la différence. Il y a un enchevêtrement et une influence réciproque de propriétés qui nous font croire à l'existence de propriétés particulières toutes différentes que nous appelons propriétés vitales. Cette influence est tout ce qui existe, et l'organisme lui-même a pris le soin de nous le démontrer.

L'organisme contient une multitude de sels, de principes plus ou moins solubles et cristallisables; leur tendance à la cristallisation est enrayée par la présence de certaines autres matières avec lesquelles ils sont combinés. Lorsque, physiologiquement, comme c'est le cas du carbonate de chaux de l'Otoconie, ces substances cristallisent, elles s'isolent des autres matières. On les retrouve à peu près pures sous la forme qui leur convient, et cette forme s'altère d'autant plus, les arêtes s'arrondissent et les angles s'émoussent d'autant plus, que la proportion de matières étrangères est plus considérable. Dans les cas pathologiques, les calculs de matières cristallisables ont un aspect cristallin d'autant plus prononcé que la matière fondamentale est plus pure. Enfin, pour compléter la démonstration, rappelons-nous que la bile, à l'état physiologique, contient de la cholestérine en dissolution dans ce liquide complexe. Quand la quantité de cholestérine augmente au-delà de ce que la bile peut en dissoudre, ou que, par

une cause quelconque, la dissolution n'a plus lieu, la cholestérine se précipite à l'état cristallin. Ces cristaux s'agglomèrent, et l'aspect cristallin de la concrétion est d'autant plus marqué qu'elle est plus riche en cholestérine.

Nous voyons donc les matières reprendre ces propriétés des matières minérales à mesure qu'elles s'isolent; nous les voyons perdre ces mêmes propriétés à mesure qu'elles se compliquent. Quelle que soit l'influence que ces matières reçoivent en pénétrant dans l'organisme, elles la subiront fatalement : quand elles s'éloigneront de cet organisme, fatalement elles y seront soustraites; elles ne conserveront en elles rien en vertu de quoi elles voudront posséder encore les propriétés qu'elles ont momentanément acquises; elles ont vécu, dans l'organisme, d'une vie d'emprunt, non d'une vie propre. Elles ont eu à exécuter chacune leur part d'évolution dans l'évolution vitale générale; mais cette vitalité qui semblait les animer, elles ne la possédaient pas en propre, elles en étaient les usufruitières et non les propriétaires; et, malgré cette vitalité, leurs propriétés sont restées les mêmes. S'il est permis, pour l'éclairer, de s'appuyer sur des analogies, je comparerai la vie et l'organisme à une montre : ici chaque pièce exécute sa part de mouvement dans le mouvement général; chaque pièce se meut, non parce qu'elle possède en elle le principe du mouvement,

mais parce qu'elle est animée d'un mouvement d'emprunt. Il n'y en a qu'une parmi elles qui possède en propre le mouvement : c'est le ressort. Le mouvement qu'il possède, il le communique aux diverses roues, et, pour cela, les propriétés de ces roues ne sont pas changées. Leur passivité est la même, leurs diverses propriétés physiques sont les mêmes, leurs dimensions et leurs rapports n'ont pas varié. Le ressort a commandé, a mis à profit la structure, l'inertie des roues : celles-ci ont obéi.

Dans un être vivant, il y a aussi un principe de vie, existant par lui-même, qui commande à chaque partie : chaque partie obéit en vertu de son inertie. Le principe met à profit leurs propriétés. Essentiellement intelligente, cette force vitale ne permet l'entrée de l'organisme qu'à celle de ces matières dont les propriétés peuvent servir à ses desseins. L'expérience journalière nous le prouve. Un animal, pour vivre, a besoin d'une certaine classe de substances pour se nourrir, et ce sont ces substances spéciales que nous appelons aliments.

Les propriétés fondamentales des matériaux de l'organisme sont celle de contracter une union réciproque et celle de se combiner avec l'oxygène dans les conditions de température et d'humidité qu'ils possèdent dans l'organisme. L'union des substances est évidente : la seconde ne l'est pas moins ; car, directement ou indirectement, toutes finissent comme si elles étaient

brûlées. Le carbone devient acide carbonique, l'hydrogène de l'eau, et l'azote devient libre : ceci est un fait incontestable et un résultat brutal de l'expérience. La force vitale profite de la première, elle ne détruit pas la seconde. La caducité des corps organiques est un fait contingent ou nécessaire (nous ne le savons pas), mais un fait de l'expérience. Si la force vitale était capable d'annihiler les propriétés minérales des substances de l'organisme, si elle était capable de leur communiquer des propriétés vitales, cette caducité n'existerait pas. Car, enfin, parmi l'un des modes par lesquels la vie se manifeste à nous, ne trouvons-nous pas la résistance à cette destruction ? Si donc chaque substance recevait une vie propre, si chaque substance ne conservait son inertie, ses propriétés individuelles, elle acquerrait celle de résister à cette destruction. Que voyons-nous, au contraire? nous voyons cette force vitale à tout instant jeter un aliment à cet élément destructeur pour l'empêcher de consumer le tout ; et lorsque, par une cause quelconque, elle ne peut lui fournir de cet aliment, elle abandonne la place, et la mort survient.

La force vitale ne détruit donc aucune propriété, ne communique aucune propriété vitale. Crée-t-elle des substances particulières? fait-elle une chimie particulière, une chimie vivante? les lois de cette chimie sont-elles différentes des lois de la chimie

ordinaire? non. Les composés qui naissent pendant la vie se forment dans un être vivant, non par le même procédé, mais en vertu des mêmes lois que dans les laboratoires. Si nous voulons faire du sulfate de potasse, nous y parviendrons en précipitant du sulfate d'argent par du chlorure de potassium, en unissant de l'acide sulfurique et de la potasse, en brûlant un sulfure de potassium, en faisant réagir l'un sur l'autre du soufre, de l'oxygène, du potassium. Voilà quatre procédés différents; le résultat est identique de toute part. La différence entre les procédés naturels et ceux des laboratoires est de cet ordre. En définitive, quelles que soient les matières produites par la force vitale, ne sont-elles pas comme celles des laboratoires : acides, basiques, salines, neutres et au même titre? Les lois des sels minéraux ne régissent-elles pas celles des sels organiques formés dans un être vivant?

Quand un chimiste veut produire un corps, il est obligé, pour le composer, de prendre des substances de nature appropriée. Avec du chlorure de potassium et de la potasse, on ne fera pas du chlorate de potasse, et pourtant les deux corps contiennent les mêmes éléments du chlore, de l'oxygène et du potassium.

Si nous admettons que la force vitale est une force chimique, nous devons admettre qu'elle est beaucoup plus puissante que celle qui préside aux phéno-

mènes que nous provoquons dans nos laboratoires ; car elle parvient à faire des composés qu'il nous est impossible de reproduire. Mais cette impuissance tient-elle à la nature de la force dont nous disposons? nullement : elle dépend de ce que nous ne connaissons pas les conditions dans lesquelles nous devons placer les corps. La force vitale est un chimiste plus savant que nous : voilà tout. Et nous la surprenons bien dans la même impuissance ; nous la surprenons bien, elle aussi, incapable de former certains produits, obligée d'employer des matériaux d'ordre déterminé. Si elle était toute-puissante, nous verrions un animal se nourrir avec de la fibrine, avec de l'albumine pure. Or, cela n'a pas lieu. Dira-t-on que par les végétaux elle forme ces matériaux qui alimentent les animaux avec des éléments simples? avec des éléments simples nous parvenons à créer aussi de l'urée, substance née dans le sang sous l'influence de la force vitale. En employant des éléments simples, elle est bien obligée, comme nous, de les prendre dans certaines conditions; car une plante ne prospérera pas si on l'arrose de carbonate, de phosphate, de sulfate d'ammoniaque; et pourtant elle sera baignée dans les mêmes éléments qu'elle contiendra plus tard : carbone, hydrogène, oxygène, azote, etc.

Non, il n'existe pas une chimie vivante différente de la chimie ordinaire. Les lois de cette dernière

ne changent pas par cela seul qu'elles sont mises en jeu sur un autre théâtre ; les phénomènes, ici, nous semblent particuliers, parce que nous n'en connaissons pas toutes les conditions, parce que nous ne connaissons pas toutes les modifications que peuvent subir les corps dans leurs propriétés quand nous faisons varier les circonstances où nous les appelons à les manifester.

Les réactions que les corps nous offrent quand ils sont dissous dans l'alcool, dans l'eau, et quand ils sont fondus dans un creuset sont différentes : a-t-on créé, par cela seul, trois différentes chimies ? c'est toujours la même chimie, ce sont toujours les mêmes lois qui président aux décompositions ; mais parce que les conditions sont différentes les résultats sont distincts.

Les chimistes ont raison de vouloir éclairer les phénomènes chimiques vitaux des lumières qu'ils ont puisées dans leur laboratoire, et de ne pas voir, dans ce qu'ils peuvent avoir d'étrange, les effets d'une force chimique particulière, ni même une modification que la force vitale imprimerait, de son plein gré, aux forces chimiques ordinaires. Ils ne doivent voir là qu'une complication de phénomènes.

A mesure que les progrès de la science leur feront connaître ces phénomènes particuliers, ils pourront isoler chacun d'eux du phénomène total, et celui-ci sera séparé en ses éléments.

L'essence même de la force vitale nous sera à tout jamais inconnue. Nous ne parviendrons à connaître d'elle que ce que nous connaissons d'une force quelconque, c'est-à-dire les lois suivant lesquelles elle se manifeste. Mais, pour obtenir ce résultat, faut-il bien dégager ses manifestations de toutes complications qui peuvent les masquer en partie.

Quand nous voulons vérifier les lois de la chute des corps, nous enlevons d'abord cette complication qu'apporte notre impuissance à mesurer de l'œil les distances trop rapidement parcourues dans un instant trop court. Si, au lieu d'être très-dense, le corps grave était léger, tel que du papier, il faudrait bien enlever, de plus, cette autre complication, devenue cette fois trop peu négligeable, résultant de la résistance de l'air. Ainsi dégagé de toute complication, le phénomène de la chute des corps graves apparaît seul dans toute sa pureté, et la loi devient évidente.

Qu'un chimiste soumette les phénomènes chimiques vitaux à une semblable analyse, alors que les progrès de la science l'auront rendue complète ; ne pourra-t-il pas, pour sa part, arracher à la force vitale une partie de ses secrets? il y a tout lieu de l'espérer; car l'emploi d'une méthode rationnelle doit toujours conduire à un résultat heureux.

Que fait l'École de Montpellier au lit d'un malade? Un phénomène morbide se manifeste, elle l'analyse;

elle examine s'il est un état morbide simple ou s'il résulte de l'association de plusieurs autres; elle sépare les éléments, elle compare ces éléments entre eux au point de vue de la part d'influence qui appartient à chacun d'eux, et elle attaque directement l'élément principal, sans s'inquiéter de la forme que donne à la maladie l'association réciproque de tous ces éléments, et la santé se rétablit. Cette analyse, on la fait sur un corps vivant, elle porte sur des phénomènes d'un certain ordre ; mais ce même corps manifeste aussi des phénomènes d'un autre ordre. Est-il irrationnel d'employer la même méthode pour analyser ces derniers? évidemment non. Et si l'analyse clinique, débrouillant ce chaos confus d'éléments morbides, a mis en relief l'élément principal, l'a montré à nu avec toutes ses propriétés, ses caractères et ses lois, pourquoi cette même méthode d'analyse, portée sur le terrain des phénomènes chimiques des corps vivants, ne nous permettrait-elle pas de mettre aussi en relief la part qui revient à la force vitale?

NOTE

Sur la discussion relative aux fonctions glycogéniques du foie.

Le 29 Janvier 1855, M. L. Figuier (1) a lu, devant l'Académie des sciences de l'Institut, un mémoire *sur l'origine du sucre contenu dans le foie, et sur l'existence normale du sucre dans le sang de l'homme et des animaux.* Dans ce mémoire, M. Figuier nous apprend : que, pour découvrir le sucre dans le sang, il ne faut pas attendre la coagulation spontanée du sang, mais le battre et le coaguler ensuite par l'alcool; en second lieu, qu'il faut acidifier le liquide alcoolique par quelques gouttes d'acide acétique, afin de mettre le glucose à l'abri de l'action du carbonate de soude; enfin que l'albuminose peut masquer la réaction du glucose. En observant ces précautions, il a pu mettre en évidence l'existence d'une certaine quantité de glucose dans le sang normal, non pas simplement, à la suite de l'administration des féculents et pendant la période digestive, mais dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire à une époque notablement éloignée du dernier repas, et sans se préoccuper de l'alimentation de l'animal. Les réactifs du glucose étaient pour lui la liqueur de Bareswill, la fermentation et la *distillation du liquide alcoolique.*

(1) C.-R. de l'Ac. des sc. 29 Janv. 1855.

M. Figuier considère le foie non comme un organe producteur, mais comme un condensateur du glucose.

Dans la séance du 12 Mars, M. Lehmann annonça le fait suivant à l'Académie : le sang de la veine porte ne renferme jamais du sucre chez les chiens à jeun et chez les chiens nourris avec de la viande. Les mêmes animaux, nourris avec des substances végétales (pommes de terre cuites), présentent dans le sang de leur veine porte une trace de glucose si faible qu'il est impossible de le doser.

Le sang de la veine porte des chevaux nourris de paille, de son, de foin, contient très-peu de glucose : 0gr055 pour 100.

Le sang des veines hépatiques est riche en glucose.

La fibrine disparaissant dans le foie, M. Lehmann pense que cette substance concourt à la production du glucose.

Dans cette même séance, M. Claude Bernard rappelle les résultats positifs auxquels il était parvenu en opérant dans des conditions physiologiques convenables sur des animaux carnivores nourris pendant trois, six et huit mois avec de la viande cuite à l'eau et exempte de matières sucrées.

Il fait observer qu'il est aisé de concevoir comment des expérimentateurs ont pu trouver du sucre dans la masse du sang. Le glucose diminue dans le sang à mesure que celui-ci s'éloigne du foie; mais, suivant la quantité qui s'échappe du foie, le sucre peut disparaître dans le poumon; ou bien, dans certains cas, particulièrement pendant et aussitôt après la période digestive, un excès peut se répandre plus loin dans les deux ordres de vaisseaux sanguins.

Constater l'existence du sucre dans le sang est l'unique résultat des expériences de M. Figuier et de celles qu'avant ce dernier M. Schmidt avait déjà publiées en 1850; mais établir le lieu d'origine de ce sucre est un résultat auquel on ne peut parvenir qu'en comparant le sang de la veine porte avec le sang des veines hépatiques dans des conditions physiologiques convenables.

Le 26 Mars, M. Figuier présente un deuxième mémoire. Il a opéré sur un chien convenablement mis dans les conditions d'un régime animal ; puis, en observant les précautions indiquées par M. Cl. Bernard pour éviter le reflux du sang des veines hépatiques, il a recueilli le sang de la veine porte, des veines mésentériques, du ventricule droit du cœur, de la veine cave inférieure. Ce chien avait été tué deux heures après le repas. Le sang de la veine porte contenait 0,248 pour 100 de sucre, et celui pris au-dessus du foie n'en renfermait que des traces.

La même expérience, répétée sur un autre chien tué quatre heures après le repas et au bout de douze jours de régime, a donné 0,231 de sucre pour 100 de sang de la veine porte, et 0,304 pour le sang pris au-dessus du foie.

Il rend compte ensuite d'une expérience instituée dans le but de prouver que le reflux du sang dans la veine porte n'a pas forcément lieu. Un chien fut nourri de lait et de glucose. Après trente-six heures d'abstinence, l'abdomen fut ouvert, et ce ne fut qu'au bout de quelques minutes qu'on lia la veine porte. Le sang de cette veine ne contenait pas de sucre, tandis qu'on en trouva dans le foie.

Dans la séance du 2 Avril, M. Claude Bernard, s'appuyant sur des expériences qu'il venait de faire dans l'intervalle des deux séances de l'Académie, déclare celles de M. Figuier inexactes, et demande à être remplacé en sa qualité de Membre de la Commission chargée de l'examen des mémoires de M. Figuier.

M. Claude Bernard présente une note de M. Lehmann, dans laquelle M. Lehmann annonce qu'il est parvenu à transformer l'hématine en une matière sucrée. En traitant l'hématine dissoute dans l'alcool par de l'acide azotique, on obtient de l'éther nitreux. Par cette formation, l'hématine perd tout son azote et se transforme en une substance qui réduit les sels de cuivre, et qui donne, par la levure de bière, de l'acide carbonique et de l'alcool. Ce fait, rapproché de la disparition de l'hématine dans le foie, permet de penser qu'elle contribue à produire une partie du sucre. Ce que l'hématine fait, probablement la fibrine le produit aussi, puisque, comme l'hématine, la fibrine disparaît dans le foie.

M. Leconte, dans la séance du 16 Avril, fait connaître une série d'expériences qui lui ont permis d'établir que le sang de la veine porte est dépourvu de sucre, tandis que le sang des veines hépatiques en contient chez des chiens nourris avec de la viande.

Dans cette même séance, M. Poggiale communique les résultats auxquels il est parvenu.

Sous l'influence du régime exclusivement animal, le sucre de lait diminue chez les chiennes.

Chez un chien nourri de viande cuite, il a trouvé du sucre dans le sang des veines hépatiques, de la veine cave et de l'artère crurale.

Chez trois chiens nourris l'un avec des matières grasses,

l'autre avec des fibres musculaires, le troisième étant soumis à une abstinence forcée de dix jours, M. Poggiale n'a pas trouvé de sucre dans la veine porte. Le sang des veines hépatiques et de la veine cave en contenait. Dans le cas d'abstinence, il n'y en avait que fort peu ou des traces.

Dans une autre expérience plus récente, il ne trouva que des traces de glucose.

Enfin M. Poggiale se pose cette question : la matière sucrée se forme-t-elle par l'action digestive, le foie ou dans le torrent circulatoire? Pour la résoudre, il a examiné le sang de la veine porte, des veines hépatiques, de la veine cave inférieure, et le sang artériel de la carotide ou de l'artère crurale chez des chiens soumis au régime du pain et du bouillon gras, au régime de la viande cuite, et à une abstinence absolue.

Le sang de la veine porte ne contenait du sucre que sous le régime du pain et du bouillon gras; le sang de cette veine ne renfermait pas de sucre sous le régime de la viande cuite. Dans l'abstinence, il a vu le sucre diminuer, dans le sang de la veine porte, à mesure que l'abstinence se prolongeait. Dans tous les cas, le sucre diminuait à mesure qu'il s'éloignait des veines hépatiques.

Ainsi, d'après M. Poggiale, le sang de la veine porte ne contient du sucre que dans le cas d'un régime amylacé: dans celui d'un régime animal ou d'un régime exclusivement gras, il n'y en a jamais.

Il faut donc conclure, ajoute-t-il, que, chez les animaux nourris de matières azotées et de graisse, la production du sucre a lieu dans le foie.

Enfin les comptes-rendus du 30 Avril 1855 mentionnent les expériences de M. Moleschott de Heidelberg.

Après avoir excisé le foie sur des grenouilles, M. Moleschott n'a pu retrouver aucune trace de bile ni de sucre chez ces animaux mutilés. Le foie ne se comporte donc pas, à l'égard de ces substances, comme le rein à l'égard de l'urée; il faut par conséquent admettre que le foie est l'organe formateur de la bile et du sucre.

De plus, en comparant la quantité d'acide carbonique rendue par des grenouilles intactes et des grenouilles mutilées, M. Moleschott a démontré par une expérience directe la mutuelle dépendance du foie et de l'appareil respiratoire, et la part que le foie prenait dans la métamorphose rétrograde des substances animales.

En résumé, les expériences de MM. Claude Bernard, Lehmann, Leconte, Poggiale, confirment que le sang de la veine porte ne contient pas de sucre dans le cas d'un régime animal, et que par conséquent la digestion n'apporte pas du glucose au foie.

Celles de M. Figuier contredisent ce résultat.

Contrairement à MM. Cl. Bernard, Poggiale, Lehmann, M. Figuier pense que le foie est un organe condensateur du glucose, et que c'est dans cet organe que le sang des veines hépatiques vient le puiser. Ce n'est qu'à une époque éloignée de la digestion qu'on ne trouve plus de sucre dans la veine porte. Le foie condenserait donc le sucre des digestions et le mettrait en réserve. Les expériences de M. Moleschott sembleraient détruire directement cette dernière opinion.

Tels sont les éléments de la discussion sur laquelle l'Académie des sciences est appelée à se prononcer.